ELEMENTOS

DE

GEOGRAFÍA FÍSICA

POR

DIEGO BARROS ARANA

OBRA DESTINADA PARA LA ENSEÑANZA DEL RAMO EN EL INSTITUTO NACIONAL, I APROBADA POR LA UNIVERSIDAD

QUINTA EDICION, REVISADA I COMPLETADA

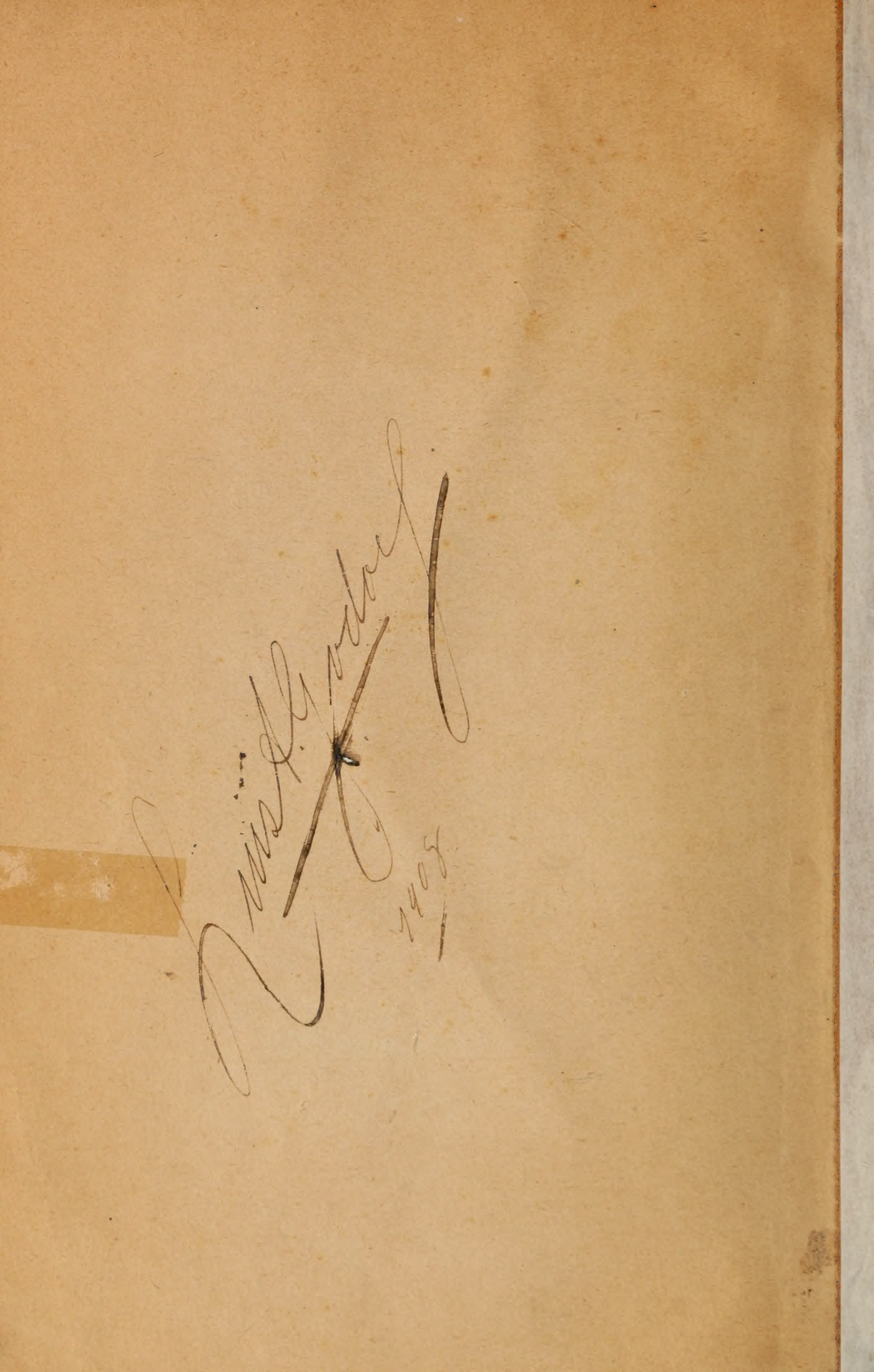
SANTIAGO DE CHILE
LIBRERÍA CENTRAL DE MARIANO SERVAT
Calle de Ahumada 324

1900


UNIVERSITY OF TORONTO
VELUT ARBOR ÆVO

Luis A. Godoy

Enero - 1908.



ELEMENTOS

DE

JEOGRAFÍA FÍSICA

ELEMENTOS

DE

JEOGRAFÍA FÍSICA

POR

Diego Barros Arana

OBRA DESTINADA PARA LA ENSEÑANZA DEL RAMO EN EL INSTITUTO NACIONAL, I APROBADA POR LA UNIVERSIDAD

QUINTA EDICION, REVISADA I COMPLETADA

SANTIAGO DE CHILE
LIBRERIA CENTRAL DE MARIANO SERVAT
Calle de Ahumada 324
—
1900

Imp., Encuad. y Litog. "Esmeralda", (antes *ROMA*) Bandera 34.—13197

ADVERTENCIA

Solo el deseo de dar mas importancia i desarrollo a la enseñanza de la jeografía física me ha estimulado a emprender este trabajo. Antes de acometerlo, busqué en vano, entre muchos tratados escritos en francés o en inglés, uno que traducir a nuestro idioma. Algunos de esos libros eran demasiado científicos, i exijian para ser comprendidos, latos conocimientos anteriores. Otros eran deficientes sus noticias sobre la América, o contenian sobre esta parte errores numerosos i notables. Otros, por fin, al paso que daban gran desarrollo a ciertas materias, trataban algunas de ellas mui a la lijera, o no tenían en la disposicion de las diversas partes de la obra el método indispensable para hacer mas fácil su estudio. Despues de haber examinado muchos de esos libros, me convencí de que era necesario escribir un tratado bajo un plan diferente i nuevo.

Como una obra de esta naturaleza era superior a mis fuerzas, comencé por estudiar detenida i prolijamente las diversas materias de que debe tratar un libro de jeografía física. Para ello he tenido una ventaja inapreciable: he podido disponer de la biblioteca del Instituto

Nacional que posee la coleccion mas escojida, i mui probablemente, la mas rica que existe en Chile en libros de ciencias exactas i naturales, sobre todo modernos. Aparte de los libros especiales que debian servirme de guía, he podido consultar los escritos de Agassiz, Arago, Babinet, Elie de Beaumont, Becquerel, Beudant, Boussigault, de Candolle, Cuvier, Dove, Geikie, Herschel, Humboldt, Kaemtz, Lacroix, Lyell, Maury, Moigno, d'Orbigny, Pouillet, Quatrefagues, Quetelet, Ritter i Tyndall; i algunas grandes compilaciones como *Les comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, la revista alemana de jeografía del doctor Petterman, i *L'année géographique*, importante revista de los trabajos jeográficos de cada año, publicada por M. Vivien de Saint-Martin. De todos ellos he tomado algo, a veces mucho, o a lo menos he tratado de comprobar en varios autores las noticias que encontraba consignadas en alguno de ellos.

Para la parte puramente americana me han servido, ademas de las relaciones de algunos viajeros, las obras de Codazzi, Paz Soldan, Villavicencio, Burmeister, Martin de Moussy, Woodbine Parish, Saint-Hilaire, Liais, etc. Por lo que toca a Chile, la coleccion de los *Anales de la Universidad* contiene un conjunto inapreciable de noticias jeográficas, entre las cuales se distinguen las que han sido dispuestas por los señores Domeyko, Pissis, Phillippi i Moesta; pero debo hacer mencion de otras dos obras en que esas noticias están condensadas i distribuídas de una manera mas cómoda para el estudio: son éstas el *Diccionario jeográfico de Chile* por don Francisco Solano Asta-buruaga, uno de los libros mas útiles que existan sobre nuestro país, i el

Ensayo sobre la jeografía física i política de Chile, aun inconcluso, por don Pedro Lucio Cuadra. Los trabajos ejecutados por la comision meteorolójica de Santiago, aunque solo comprenden los estudios de los últimos diez años, me han sido de grande utilidad.

Este libro es, pues, el resultado de esas lecturas. No debe buscarse en él nada de orijinal, sino un resúmen tan compendioso i tan claro i sencillo como me ha sido posible hacerlo, de lo que se encuentra en los mas célebres escritores de nuestro tiempo acerca de la jeografía jeneral i de los mas notables fenómenos de la física terrestre. Al hacer este resúmen, he procurado no apartarme en nada de los libros que tenia a la vista, limitándome a abreviarlos, trascribiendo a veces mas o ménos integramente algunos de sus pasajes, i aun copiando o traduciendo sus propias palabras. En el curso del libro, he omitido muchas veces las citaciones de los autores a quienes estractaba; pero al fin de esta advertencia coloco una lista de los libros que mas me han servido en este trabajo. Hago esto con un doble objeto: 1.º Indicar a los jóvenes los tratados especiales en que pueden encontrar nociones mas estensas sobre las diversas materias que constituyen la jeografía física; 2.º No atribuirme un mérito que no tengo, dándome por autor de investigaciones i de observaciones que ordinariamente son el fruto de muchos años de estudio i de un saber mui considerable.

Despues de hecha esta injénua declaracion, se comprenderá que en este libro solo es mio el plan, el órden en que están distribuidas las materias, la estension que se ha dado a algunas de ellas miéntras se abreviaban otras ménos importantes. Aun en este punto, he seguido

el plan jeneral de los tratados ingleses, del de Hughes, sobre todo, introduciendo, sin embargo, en él notables modificaciones. Cada vez que es necesario citar ejemplos, agrupar algunos hechos, he preferido tomarlos en la jeografía americana, i especialmente en la de Chile, ademas de haber destinado a esta última un capítulo especial.

En obras de la naturaleza de la presente, el plan que se traza el autor tiene mucho mas importancia de lo que parece. Por medio de él se facilita estraordinariamente la intelijencia de las diversas materias, de tal manera que un conocimiento prepara a la adquisicion de los otros. Esta disposicion del plan, tratándose de la descripcion de la Tierra, ofrece a veces sérias dificultades, cuando se quiere dar a conocer ciertos hechos que están relacionados con las materias de que se trata mas adelante. Yo me he empeñado en obviar esta dificultad del mejor modo que me ha sido posible; i aun en ocasiones me he visto obligado a repetir los hechos, como puede verse entre otros casos, con la lluvia i la nieve cuando se trata de las aguas continentales, rios, lagos, etc., i cuando se habla de los fenómenos meteorolójicos. No me ha sido posible el evitar estas pequeñas repeticiones.

En los numerosos libros que he tenido a la vista, se emplean diferentes sistemas métricos para indicar las medidas de estension i de temperatura. Conociendo los inconvenientes que resultarian para el estudio de esa gran diversidad de medidas, me he dado el trabajo de reducirlas a una sola. Para la designacion de temperaturas, he empleado solo el termómetro centígrado, que es el mas usado, así como el mas sencillo i razonado. Del mismo modo, he usado la division en milímetros para designar la medida de la presion atmosférica. La altura

de las montañas, la profundidad de los mares, la lonjitud i el ancho de los rios, la estension de un país, están fijados en este libro segun el sistema métrico decimal, es decir, por metros, quilómetros, hectáreas, quilómetros cuadrados, etc.

Alguna vez, sin embargo, he empleado, tratándose de mensuras marinas, las leguas i las millas; i debo esplicar aquí en qué consisten éstas. Conviene no confundir la milla marina o náutica, que es la verdadera milla jeográfica, con las millas inglesas o alemanas. El sistema de millas marinas se funda, como el metro, en la mensura misma del globo. Su base es el grado, o la 360ª parte del ecuador. El grado, como se sabe, está dividido en 60 minutos i cada minuto es una milla marina, o lo que es lo mismo 1,852 metros. Tres millas o tres minutos constituyen una legua marina, o 5,556 metros. Esta sencilla esplicacion servirá no solo para comprender las medidas usadas en este libro, sino tambien las frecuentes denominaciones de millas i leguas marinas que se usan jeneralmente en los tratados de jeografía.

Ántes de terminar esta advertencia deberé prevenir una observacion que algunos habrán de hacer sobre este libro. Se dirá que es bastante estenso para hacerlo servir en la enseñanza del ramo. Debo declarar francamente que soi enemigo de los libros elementales en que están indicadas mui concisamente las materias, i que por esto mismo imponen un trabajo enorme al profesor i a los alumnos, dando por resultado final que solo el menor número de éstos recoja algun provecho del estudio. Prefiero para la enseñanza los libros mas estensos, en que las materias están tratadas con mas detenimiento, i por eso mismo con una claridad que las ponga al alcan-

ce de todas las intelijencias. No he trepidado, pues, en alargarme algunas líneas en ciertos puntos cada vez que he creido que por este medio podia conseguir que una simple lectura bastase a los jóvenes para comprender un pasaje; i aunque no creo haber conseguido completamente este objeto, tengo confianza de haberme acercado a él.

Por otra parte, un libro de la naturaleza del presente no está destinado a que se le aprenda de memoria. Léjos de eso, él es un nuevo esfuerzo para acabar de proscribir ese sistema de estudio que consiste en aprender palabras i frases sin entender su sentido. Por esto mismo he evitado, en cuanto es posible, las definiciones empíricas i de ordinario imperfectas, que se encuentran en muchos libros elementales. A mi juicio, basta que los jóvenes comprendan bien una cosa, aunque no sepan definirla por medio de una frase mas o ménos vacía, mas o ménos significativa.

Esta corta esplicacion hará comprender que no pretendo tampoco que se exija a los jóvenes el que aprendan de memoria los cuadros numéricos que contiene este libro sobre alturas de montañas, estension de las tierras, de los mares i de los lagos, la lonjitud de los rios, temperaturas estremas o medias de los lugares, presion atmosférica, cantidad de agua caida del cielo en en ciertos paises, inclinacion o declinacion de la aguja magnética. Esas cifras están indicadas en el libro como comprobantes de las nociones teóricas que se enseñan i para que se puedan consultar en cualquier tiempo. Basta que se tenga una idea jeneral de las medidas, que se sepa por ejemplo, que las montañas mas altas de la tierra están en Asia, i que su pico mas elevado mide cerca de nueve mil metros; que el Aconcagua es el punto más

culminante de los Andes, i que alcanza a cerca de siete mil; que no se puede confundir la temperatura media de Santiago con la de Buenos Aires, i mucho ménos con la de Rio Janeiro, etc. En esta parte, la prudencia del profesor vale mucho mas que todas las indicaciones que pudieran darse aquí.

La favorable acojida que mereció la primera edicion de este libro, no solo de parte de los estudiantes, sino de muchas personas ilustradas que han visto en él un ensayo de popularizacion de las cuestiones mas sérias de física terrestre, las apreciaciones tan lisonjeras como inesperadas que acerca de él han emitido en Chile i en el estranjero algunas personas competentes, entre las cuales me complazco en recordar en primer lugar al doctor Augusto Peterman en su importante revista de los progresos de la jeografía (*Mittheilungen*, Gotha, 1872), i el gusto que se ha desarrollado en la juventud chilena por los estudios de esta clase, me han estimulado a hacer una revision completa, i a introducir diferentes modificaciones en muchos de sus capítulos. No he vacilado en aumentar algunas pájinas siempre que he creido que convenia esplicar ciertos puntos para hacerlos mas accesibles a la intelijencia de los jóvenes o introducir nociones interesantes que habia omitido en la primera edicion.

Habiendo consultado muchas otras obras de física terrestre al hacer la segunda i la tercera revision, y creyendo ademas útil para los jóvenes el suministrarles una noticia mas completa de las obras que pueden consultar con provecho, he dado mayor desarrollo a la bibliografía que publico a continuacion.

OBRAS

QUE HAN SIDO CONSULTADAS PARTICULARMENTE, I QUE PUEDEN SERVIR A LOS JÓVENES QUE DESEEN ENSANCHAR SUS CONOCIMIENTOS DE JEOGRAFÍA FÍSICA.

ADHEMAR (Joseph).—Revolutions de le mer. Déluges périodiques, 1 vol. en 8.°, Paris, 1860.

Esta obra, aunque destinada a desarrollar una teoría jeolójica aun no aceptada, contiene noticias interesantes sobre el mar i sus revoluciones.

AGASSIZ (Louis).—Etudes les glaciers. Neufchâtel, 1840, 1 v. en 8.° avec atlas.

ID. ID.—Système glaciare, ou recherches sur les glaciers. Paris, 1874, 1 v. in 8.° avec atlas, publicado en colaboracion con M. M. A. Guyot i E. Desor.

Dos obras fundamentales en materia de ventisqueros i de todos los fenómenos glaciarios.

ARAGO (François).— Notices scientifiques, Paris, 1854-1858, 5 vol. en 8.°

Esta importante coleccion contiene excelentes estudios sobre los rayos, el magnetismo terrestre, las auroras boreales i los pozos, principalmente los artesianos, la prediccion del tiempo, i la temperatura. Se recomiendan estos trabajos no solo por la solidez de la ciencia, sino por la elegancia con que han sido escritos.

ID. ID.—Instructions, rapport et notices sur les questions a résoudre pendant les voyages scientifiques, Paris, 1857, 1 v. en 8.°

Esta coleccion de memorias sobre los viajes científicos, i de

análisis de algunos de ellos, contiene interesantes noticias sobre la meteorolojía, el magnetismo terrestre, los viajes areonáuticos, la jeografía física del mar, etc., etc.

Id. id.—Mélanges, Paris, 1859, 1 v. en 8.°

Este volúmen contiene diversas memorias sobre los vientos, los huracanes, las trompas, la presion atmosférica, la lluvia i el granizo.

Babinet (Jacques).—Etudes et lectures sur les sciencies d'obsevation et leurs applications pratiques, Paris, 1835 i siguientes, 8 vol. en 18.

Esta coleccion de estudios científicos, publicada en diarios i revistas, i reunidos despues en ocho volúmenes, contiene muchos trabajos referentes a la jeografía física, el magnetismo terrestre, la meteorolojía, los mares polares, los terremotos, las lluvias, las aguas termales i otras cuestiones análogas. Estos estudios tienen el mérito de poseer una ciencia sólida unida a mucha claridad i a un notable arte literario.

Berghaus (Dr. Heinrich).—Physikalischer Atlas, 93 colorite Karten (Atlas físico con 93 cartas coloridas). Gotha, 1852, 2 vol. en folio. Atlas excelente de jeografía física, acompañado de un testo esplicativo. Basta el simple exámen de las cartas para comprender los fenómenos de física terrestre que se quieren representar. De esta obra hai una buena reduccion en 28 cartas para el uso de los colejios.

Beudant (François Sulpice).—Cours élémentaire de géologie et de mineralogie, Paris, 1841, 2 v. en 12.

Esta obra, reimpresa varias veces con notables mejoras, forma una especie de enciclopedia elemental de ámbas ciencias, en que se encuentran noticias compendiosas pero seguras de los hechos relacionados con la estructura de la tierra.

Boscowitz (Arnold).—Les volcans et le tremblements de terre, ilustré de gravures, Paris, 1 vol. en 4.°

Este libro de verdadera ciencia, está destinado a popularizar el conocimiento de una parte mui importante de la jeolojía i de la física del globo, i ha sido escrito con una notable elegancia.

Bouffard (L.)—Histoire générale du monde et de ses grands phénomènes ou géographie nouvelle, 12 vol, en 32, Paris, 1866.

Este libro eminentemente popular, es un curso de cosmografía i de física terrestre con algunas noticias jenerales de jeografía política, escrito con claridad i acompañado de un gran número de mapas i de diagramas. No todos sus volúmenes tienen el mismo

mérito; pero algunos de ellos son tan agradables como instructivos.

Bukland (William).—Geology and mineralogy, considered with reference the natural theology, 2 vol. en 8.°, 1836.

Esta obra, traducida al frances por Doyère, en 1838, aunque ha envejecido por los nuevos i portentosos descubrimientos de la jeolojía moderna, es un trabajo admirable en que está trazada por mano maestra la historia de la formacion de la corteza terrestre i de los seres organizados que la han poblado.

Candolle (Alphonse de).—Géographie botanique raisonée, Paris, 1855, 2 vol. en 8.°

Obra de una gran ciencia i de un notable espíritu de observacion. Es fundamental en materia de jeografía botánica.

Cuvier (Georges).—Discours sur les revolutions de la surface du globe, Paris, 1851, 1 v. en 8.°

Esta obra capital, publicada por primera vez en 1812 como introduccion a sus *Recherches sur les ossements fossiles*, i reimpresa muchas veces, fué el punto de partida de la ciencia jeolójica basada en el estudio de los restos fósiles. La edicion de 1851 está completada con notas que contienen los descubrimientos posteriores de la jeolojía.

Darwin (Charles).—Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H. M. S. Beagle round the world (2.ª ed.), London, 1860, 1 v. en 8.°

Diario de observaciones sobre la historia natural i la jeolojía hechas en los países visitados durante el viaje del buque de S. M. B. *Beagle* (el sabueso) al rededor del mundo. Este viaje contiene importantes noticias sobre los países visitados desde 1832 hasta 1836 por la comision esploradora dirijida por el capitan Fitz Rey. Esta comision visitó las costas del Brasil, de la República Arjentina, de la Patagonia, de Chile, del Perú, de Tahití, de Australia, de muchas islas de la Oceanía, i doblando el Cabo de Buena Esperanza, volvió a Inglaterra. Durante este viaje, Darwin hizo diversas escursiones al interior de los continentes i pudo adquirir conocimientos precisos sobre su jeografía física. Existe una buena traduccion francesa de este libro, hecha por Ed. Barbier, Paris, 1875.

De la Beche. (Henry Thomas).— Geological manual, London, 1832, 1 vol. en 8.°

Esta obra, traducida al frances por M. Brochaut de Villiers, con útiles modificaciones, es de suma importancia para el cono-

cimiento de diversas cuestiones de fisica terrestre, como la temperatura de la Tierra, de los manantiales, del mar, de la atmósfera, las modificaciones que en nuestro tiempo i por diversas causas esperimenta la corteza terrestre, los volcanes i terremotos, los huracanes i muchas otras, con grande abundancia de hechos bien observados i espuestos metódicamente.

Dove (H. W.)—La loi de tempêtes consideré dans ses rapports avec les mouvements de l'atmosphère, traduit de l'allemand par A. Le Gras, Paris, 1864, 1 vol. en 8.°

Obra fundamental en materia de vientos i tempestades.

Dupaigne (Alberto).—Les montagnes, Tours, 1873, 1 vol. en 8.° con mapas i numerosos grabados.

Hermoso libro de ciencia popular, escrito con talento e impreso con lujo i con gusto, que estudia la estructura de las montañas, su distribucion jeográfica, su meteorolojía, los volcanes i otras cuestiones relacionadas con ellas.

Dupiney de Vorepierre.—Dictionnaire français illustré et encyclopédie universelle, Paris, 1864, 2 vol. en 4.°

Este diccionario, obra del trabajo colectivo de muchos sábios, forma una enciclopedia mui importante. Esos dos volúmenes contienen la materia de veinte i cinco o treinta tomos en 8.° Despues de definir las palabras como en cualquier otro diccionario de la lengua francesa, pasa a esplicar las cosas como en una enciclopedia. «Esta enciclopedia, dice un célebre crítico, comprende todos los conocimientos humanos, la ciencia, el arte, la industria. Es la reunion mas completa que conozca de tratados o nociones sobre todos los objetos mas diversos: la agricultura como la filosofía, el áljebra como la teolojía, la botánica como la estratéjia, la marina como la pintura i la música. En todas las materias, la esposicion está al nivel de los últimos resultados de la ciencia; sobre algunas de ellas, los artículos son tratados completos. Gracias a un testo casi microscópico reservado a la parte enciclopédica, la materia de un volúmen está encerrada en algunas pájinas.» (Vaperau, Année literaire, 1860.) Muchos de los artículos sobre jeografía física contenidos en esta enciclopedia, son mui importantes i completos; algunos de ellos me han sido de grande utilidad, i los he seguido casi sin apartarme en nada. Debo, pues, recomendar a los jóvenes esta obra como uno de los libros mas útiles que pueden consultar, sobre todo cuando la manera como están distribuidas las materias hace tan fácil la consulta.

DUVAL (Jules).– Notre planète, Paris, 1870, 1 vol. en 18.

Resúmen jeneral de la jeografía física i política en que se señalan particularmente las relaciones de la jeografía con la economía política.

FABRE (Henri).— La Torre, Paris, 1865, 1 vol. en 12.

Este libro forma parte de un curso de ciencia elemental de lecturas i lecciones para todas las escuelas, i constituye un tratadito de jeografía física puesto al alcance de las intelijencias mas tiernas i por tanto mui elemental, pero escrito con verdadero conocimiento de causa i con un notable talento.

ID. ID.—Géographie, 1 vol. en 12, Paris, 1876.

Este pequeño tratado de jeografía política, está precedido de 90 pájinas de jeografía política escritas con conocimiento de la materia, con claridad i con elegancia.

ID. ID.—Géologie, 1 vol. en 32, Paris, 1877.

Aunque este libro es un tratado mui elemental de jeolojía, contiene todas las nociones necesarias para formarse una idea exacta de las revoluciones del globo, está escrito con gran claridad, i contiene láminas mui útiles.

FAY. (Theodore S.)—Great outline of geography, Nueva York, 1871. 1 vol. en 18 (13.ª edicion).

Este tratado jeneral de jeografía, escrito para las escuelas i para la enseñanza en familia, es un librito interesante i en cierto modo orijinal. En él se ha dado bastante desarrollo a la jeografía física i matemática. El atlas que la acompaña, que es mui bien hecho, ha sido impreso en Berlin.

FIGUIER (Louis).—La terre et les mers ou description physique du globe, Paris, 1864, 1 vol. en 8.º

Libro de ciencia popular, agradable e instructivo, i acompañado de numerosas láminas. Se contrae particularmente a la parte descriptiva i pintoresca de la jeografía física.

ID. ID.—La Terre avant le déluge, Paris, 1862, 1 vol. en 8.º

Tratado elemental de jeolojía, puesto al alcance de todo el mundo. Es un libro útil de lectura popular.

ID. ID.—L'année scientifique et industrielle, Paris, en 18.

Importante revista anual de los progresos de la ciencia, comenzada a publicar en 1857 i continuada hasta el dia con un volúmen cada año. Aunque mui desigual, i aun podria decirse inferior en sus últimos años, esta revista contiene noticias mui interesantes sobre los descubrimientos mas recientes en materia de física terrestre.

FITZ ROY (Robert).—Le livre du temps: manuel pratique de météorologie, traduit par M. Mac Cleod, Paris, 1866, 1 vol. en 8.º

Libro fundamental en materia de meteorolojía, sobre todo en sus aplicaciones a la prevision del tiempo.

FLAMARION (Camille).—L'atmosphère, description des grands phénomènes de la nature, Paris, 1872, 1 vol. en 4.º

Libro de ciencia popular i pintoresca en que el autor ha reunido, muchas veces copiándolas literalmente de otros libros, las nociones mas importantes i curiosas de la meteorolojía. Aunque desprovistas de orijinalidad, a veces aun en la redaccion, es una obra útil para los jóvenes.

LOISSAC (P.)—De la météorologie dans ses rapports avec la science de l'homme, Paris, 1854, 1 vol. en 8.º

GEIKE (A.)—La géographie physique, 1 vol. en 32, Paris, 1880.

ID. ID.—Ea geologie, 1 vol. en 32, Paris, 1880.

Estos dos pequeños volúmenes, traducidos del ingles por M. H. Graves, forman parte de la coleccion titulada *Bibliothèque utile*. Son la obra de un eminente profesor que sabe adoptar su estilo a la vulgarizacion de las mas altas doctrinas científicas. Ambos han sido traducidos al castellano i publicados esmeradamente en Nueva York.

GIRARD (Jules).—Les explorations sous-marines, 1 vol. en 8.º Paris, 1874

Esposicion minuciosa de los resultados de las últimas esploraciones relativas a la jeografía física del mar.

GLAISHER.—Voyages aériens par M. M. Glaisher, C. Flammarion, W. da Fonvielle et G. Tissandier, 1 vol. en 4.º

Relacion mui interesante de algunos viajes aereostáticos en que se halla un gran caudal de noticias sobre los fenómenes atmosféricos.

GUILLEMIN (Amédée).—Les phénomènes de la physique, Paris, 1868, 1 vol. en 8.º

ID. ID.—Les applications de la physique, Paris, 1873, 1 vol. en 8.º

Estas dos obras, aunque no están destinadas espresamente al estudio de la jeografía, contienen numerosas noticias de física terrestre. Por la solidez de la ciencia, por la elegancia del estilo i por la belleza de las ilustraciones, estos libros no pueden ser consultados sin interes i sin provecho, i colocan al autor en la categoría de uno de los distinguidos popularizadores de la ciencia. M. Guillemin es ademas autor de un excelente libro de astronomía popular titulado *Le Ciel.*

GUYOT (Arnold).—The earth and man: lectures on comparative physical

geography translatee fronch by C. C. Felton, Boston, 1869, 1 vol. en 8.o

La tierra i el hombre: lecciones sobre la jeografía física comparada, traducido del frances por C. C. Felton. Solo he conocido la traduccion inglesa de este libro, que en mas de un punto es mui interesante.

ID. ID.—Physical geography, 1 vol. en 4.°, London, 1873.

Tratado elemental i compendioso de jeografía física, escrito con mucho método i con gran claridad, e ilustrado con excelentes láminas i mapas que realzan sobremanera el mérito del libro.

HÉMENT (Félix).—Simples discours sur la Terre et sur l'homme, 1 vol. en 12. Paris, 1875.

Este libro, premiado por la academia francesa, es formado por siete conferencias dadas por el autor sobre la materia que espresa su título, i completada con algunas notas esplicativas. Las nociones científicas sobre la jeografía física, están espuestas con una notable elegancia i con un buen acopio de ciencia.

HERSCHEL (Sir John).—Metereology, Edimburgh, 1862, 1 vol. en 8.°

Este excelente tratado de meteorolojía, obra de una alta ciencia, es solo un estenso artículo publicado por el autor en la Enciclopedia Británica, i reimpreso despues en un volúmen.

ID. ID.—Physical geography, Edimburgh, 1862, 1 vol. en 8.°

Notable tratado de jeografía física publicado tambien en la Enciclopedia Británica, i reimpreso despues en un volúmen. Al hacer la presente revision, he podido consultar la edicion de 1872, que contiene las últimas correcciones de Herschel.

HOUZEAU.—Phisique du globe et météorologie, Bruxelles, 1850, 1 vol. en 8.°

Este pequeño tratado. escrito con método i claridad, es, sin embargo, demasiado elemental; pero puede servir como un excelente programa de las materias de que debe tratar un libro de esta especie.

HUGHES (Edward).—Outlines of physical geography, London, 1864, 1 vol. 11.

Elementos de jeografía física; uno de los mejores libros que existen como tratados elementales sobre la materia.

HUMBOLDT (Alexandre de).—Cosmos, traduit de l'allemand por Galusky et Faye, Paris, 1858—1860, 4 vol. en 8.°

El primer tomo de esta obra monumental es una brillante i sábia descripcion del universo.

Id. Id.—Tableaux de la nature, trad. de Hoefer, Paris, 1850, 2 vol. en 8.°

Esta obra, formada por diversos estudios sobre la jeografía física, desligados unos de otros, es tan notable por el saber inmenso i por el talento descriptivo de su autor, como por la importancia de las noticias reunidas. Existe ademas otra traduccion francesa, superior aun, hecha por M. Galuzki.

Johnston (Alexandre Keith).—Phisical Atlas of natural phenomena, Edimburgh and London, 1 v. en folio.

Este grande Atlas de jeografía física, el primero en su jénero, contiene 35 grandes cartas i 7 pequeñas, i 145 enormes pájinas de testo. En él se encuentran excelentes datos; i las cartas ademas, por su claridad, bastan para dar una idea cabal de los fenómenos de la física terrestre. Johnston ha hecho tambien diferentes reducciones de esta obra para satisfacer las necesidades de los colejios, i todas ellas son bastante buenas. Keith Jhonston ha muerto el 8 de Julio de 1871. Una necrolojía de él, que tenemos a la vista, contiene la siguiente apreciacion de sus trabajos: «ningun sabio ha hecho mas por el progreso i la vulgarizacion de la jeografía, que fué el objeto de su culto i de sus trabajos asiduos.»

Jourdanet (D).—Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme. Climats d'altitudes et climats de montagne, 2 vol., gr. en 8.°, Paris, 1875.

Esta obra, escrita por un médico que residió algunos años en la altiplanicie mejicana, e impresa con lujo i con abundancia de grabados, trata estensa i prolijamente todas las materias que indica su título en sus relaciones con la fisiolojía humana i con la física terrestre.

Julien (Félix).—Harmonies de la mer. Courants et revolutions, 1 vol. en 12, Paris, 1861.

Id. Id.—Courants et revolutions de l'atmosphère et de la mer, 1 vol. en 8.°, Paris, 1860.

El autor de estas obras es un marino que ha comprobado las leyes de física terrestre que espone en sus escritos. Hai en ellos noticias tan interesantes como agradablemente espuestas.

Kaemtz (L. F.)—Cours complet de météorologie, traduit de l'allamand et annotée par Ch. Martins, Paris, 1858, 1 v. en 13.

Esceptuando una obra mucho mas estensa del mismo autor, que segun creo no ha sido traducida del aleman, i que no he podido consultar, este libro es el tratado de meteorolojía mas completo i mas fundamental que se conozca. Las notas del traductor son un excelente complemento.

KLEIN ET THOMÉ.—Le globe terrestre et ses merveilles naturelles, ses profendeurs, sa surface et son atmosphére (edit. française por M. Charles Baye) Paris, 1880, gr. en 8.º

Hasta el momento de escribir esta nota, solo se ha publicado el primer tomo de la traduccion francesa de esta obra alemana. Este volúmen lleva por segundo título *La géographie physique de la Terre*, ilustrado por un gran número de mapas i de láminas. Es un resúmen claro i completo, de agradable lectura i escrupulosamente exacto, escrito por dos sábios distinguidos que saben popularizar con rara habilidad los conocimientos científicos.

LACROIX, (S. F.)—Introduction à la géographie mathématique et critique et à la géographie physique (2.ª edic.) Paris, 1811, 1 vol. en 8.º

Esta obra, aunque ha quedado mui atrasada por los descubrimientos jeográficos i científicos mas recientes, contiene nociones fundamentales que no pueden envejecer, i que es útil consultar.

LAUGEL (Auguste).—Etudes scientifiques, Paris 1859, 1 vol. en 12.

Este volúmen, formado por diversos artículos de revista, contiene importantes noticias sobre las tierras polares, los volcanes i la jeografía física del mar.

LIAIS (Emm.)—L'espace celeste et la nature tropicale, Paris, 1 vol en 8.º

Este libro, impreso con lujo i con un gran número de grabados, es mas propiamente un tratado de astronomía popular i pintoresca; pero contiene excelentes pájinas sobre la física terrestre, i noticias importantes sobre la prevision del tiempo, a cuyo estudio ha contribuido poderosamente el autor. El libro no tiene año de impresion, pero fué publicado en 1865. M. Liais es director del Observatorio de Rio de Janeiro.

LYELL (Sir Charles).—Príncipes de géologie, Paris, 1840, 4 vol. en 12.

Esta importante obra, traducida al frances por Madame Julia Meulien, esplica con una gran suma de hechos, las modificaciones sucesivas de la corteza del globo por causas puramente físicas que en nuestro tiempo operan trasformaciones prodijiosas.

ID. ID.—Elements of geology. London, 1838, 1 vol. en 12.

Compendio popular i útil de la obra anterior. Hai de este libro una traduccion española hecha por Ezquerra del Valle.

MALTE BRUN.—Géographie complète universelle, nouvelle édition, continuée par V. A. Malte Brun fils, Paris, 8 vol. en 4.º

Despues de una interesante historia de la jeografía, esta obra contiene un cuadro jeneral de la jeografía física, que sirve de introduccion a la parte descriptiva i política. Ese cuadro es notable sobre todo por la exactitud rigorosa de las definiciones jeográficas.

MANUAL de observaciones científicas, Cádiz, 1857, 1 vol. en 8.°

Esta obra, elaborada por varios sábios ingleses, Erschel, Darwin, de la Beche, Whewel, Prichard, etc., es una especie de programa razonado de todas aquellas cuestiones de jeografía física sobre las cuales deben recaer las observaciones de los viajeros i oficiales de la armada. Ha sido traducida al castellano por el almirante español don Juan N. de Vizcarrondo. Su mérito consiste en llamar la atencion del observador a los fenómenos que mas importa estudiar i conocer.

MANGIN (Arthur).—L'air et le monde aerien, Tours, 1865, 1 vol. en 8.°

Libro de ciencia popular, pero agradable e instructivo, sobre la atmósfera, sus fenómenos i sus pobladores.

MANGIN (Arthur).—Le désert et le monde sauvage, Tours, 1866, 1 vol. en 8.°

Libro de jeografía física descriptiva en que el autor da a conocer por su aspecto mas pintoresco los desiertos, llanuras, estepas, selvas vírjenes, rejiones polares, etc., de todo el globo.

MANGIN (Arthur).—Les mystères de l'océan, Tours, 1864, 1 vol. en 8.°

Libro de ciencia popular, igualmente agradable e instructivo, sobre la jeografía del mar, los peces i la vejetacion marina.

MARIÉ DAVY.—Metéorologie. Les mouvements de l'atmosphère et des mes considérés au point de vue de la prevision du temps, Paris, 1866, 1 vol. en 8.°

Este tratado de meteorolojía es importante por cuanto contiene noticias de los trabajos ejecutados en Francia i en otros paises para llegar a la solucion del problema de la prevision del tiempo. (Véase lo que acerca de esto decimos en este libro, páj. 248 i siguientes).

MAURY (Alfred).—La terre et l'homme (4.ª edic.) Paris, 1876, 1 vol. en 18.

Bosquejo compendioso de jeolojía, de jeografía i de etnolojía jenerales, escrito por un hombre de un saber sólido, para servir de introduccion al curso de historia universal publicado bajo la direccion de M. V. Duruy.

MAURY (M. F.)—Géographie physique de la mer, traduit de l'anglais por P. A. Tequen, Paris, 1861, 1 vol en 8.°

Obra capital en materia de corrientes marinas i de vientos, que ha colocado al célebre observador norte-americano en el alto rango de uno de los grandes sábios i meteorolojistas de nuestra época. Esta obra está traducida al castellano por el almirante Vizcarrondo, Madrid, 1860.

ID. ID.—Géographie Physique á l'usage de la jeunesse, traduit de l'anglais par M. M. Zurcher et Margollé, Paris, 1 vol en 18.

Este librito no es propiamente un curso de jeografía física. El autor trata allí con ciencia, pero sin un verdadero plan, algunas cuestiones de física terrestre.

MICHELET (Jules).—Le mer, Paris, 1861, 1 vol. en 12 (2.ª edicion).

Este libro, mas descriptivo i pintoresco que científico, contiene, sin embargo, noticias interesantes de la jeografía física del mar.

PELTIER (Ath.)—Météorologie. Observations et recherches expérimentales sur les trombes, Paris, 1840, 1 vol. en 8.º

Este libro, fruto de largos años de estudio i de observacion, aunque limitado al parecer al estudio de un solo fenómeno, trata muchas otras cuestiones de meteorolojía.

PETERMAN (Dr. August.)—Mitthelungen, aus Justus Perthes geograpicher Anstalt.

(Archivos del establecimiento jeográfico de Justo Perthes).

Revista mensual de jeografía publicada en Gotha desde 1860 bajo la direccion del Dr. Augusto Peterman. Esta revista, dice M. Vivien de Saint Martin, «se ha colocado desde su aparicion a la cabeza de todas las publicaciones jeográficas de Europa por la estension, la seguridad i la rapidez de sus correspondencias i de sus comunicaciones. Ningun hecho jeográfico de algun interes se verifica en el mundo que no encuentre lugar inmediato en las columnas de esta revista; i hai mui pocas publicaciones, grandes o pequeñas, de que no se dé noticia en ella». A estas palabras podemos agregar que la revista del doctor Peterman publica excelentes cartas jeográficas, tan recomendables por la seguridad de las informaciones como por la limpieza i el primor de ejecucion. El doctor Peterman ha fallecido en 1879.

PRICHARD (J. C).—Histoire naturalle de l'homme, traduit de l'anglais par le Dr. Roulin, Paris, 1845, 2 vol. en 8.º et un atlas.

Obra fundamental en materia de razas humanas i de su distribucion en la superficie del globo.

PRIVAT-DESCHÁNEL ET AD. FOCILLON.—Dictionnaire général de sciences théoriques et appliquées, Paris, 1864-1868, 2 vol. en 4.º

Diccionario útil i bien dispuesto de todas las ciencias exactas i naturales. Los artículos de jeolojía de física terrestre, sobre todo cuando son escritos por M. Focillon, pueden ser consultados con provecho. De algunos de ellos he tomado interesantes noticias i observacione .

POULET SCROOE (G.)—Les volcans, leurs caractères et leurs phénoménes, traduit de l'anglais par Endymion Pieraggi, Paris, 1864, 1 vol. en 8.°

Obra de verdadera ciencia, pero menos agradable que la de Boscowitz sobre el mismo asunto.

POUILLET.—Eléments de physique expérimentale et de météorologie, 7.e édit. Paris, 1856, 3 vol. en 8.°, dos de testo i uno de láminas.

La parte consagrada a la meteorolojía, como la que en esta grande obra trata de la electricidad i del magnetismo terrestre, son excelentes.

RAFFI (C.) —Lectures géographiques, Paris, 5 vol. en 18.

Esta obra está formada de fragmentos mas o ménos esténsos tomados de grandes jeógrafos i viajeros antiguos i modernos; i esos fragmentos se hallan encadenados con bastante cuidado para que la obra sirva como un curso completo de jeografía. Aunque parece darse una gran importancia a la parte política i descriptiva, no se ha descuidado la parte física; i en efecto se encuentra reunidos importantes fragmentos sobre meteorolojía, climas, montañas, volcanes, llanuras, etc.

RÉCLUS (Elisée).—La Terre, description des phénoménes de la vie du globe, Paris, 1868-1869, 2 vol. en 4.°

Esta obra, verdaderamente notable, trata con grande estension la mayor parte de las materias que constituyen el estudio de la jeografía física, i está acompañada con láminas perfectamente adaptadas a la demostracion científica. Es una de las obras mas bien preparadas, mas completas e interesantes que existan sobre la discripcion física de la Tierra.

ID ID.—Les phénoménes terrestres, Paris, 1874, 2 vol. en 18 (2.a édition).

Abreviacion mui bien hecha i mui útil, de la obra anterior. El autor se ha propuesto poner aquel libro al alcance de todo el mundo, suprimiendo algunas teorías o descripciones, i publicándolo en una edicion de bajo precio.

REYNAUD (Jean).—Histoire élémentaire des mineraux usuels, 4.e édit., Paris, 1869, 1 vol. en 18.

Tratado elemental de mineralojía i de jeografía mineral. Se recomienda por la claridad i la elegancia con que está escrito.

RENIER (Ch. A. L.)—Encyclopédie moderne, Paris, 1845-1862, 42 vol. en 8.o

Esta enciclopedia contiene algunos articulos sobre la física terrestre i las otras ciencias relacionadas con ella, que me han sido de utilidad.

RITTER (Carl).—Comparative geography, translated by W. S. Gage Philadelphia, 1865, 1 vol. en 8.º

Traduccion inglesa de un excelente libro aleman, mui notable por la ciencia i por el método, pero contraido casi esclusivamente a la descripcion física de las tierras.

SAIGEY.—Petite physique du globe, Paris, 1842, 2 vol. en 12.

Esta obra, de mui corta estension, i al parecer mui elemental, aborda las mas altas cuestiones de física terrestre i las trata con notable intelijencia.

SAINTE CLAIRE DEVILLE (Charles).—Sur les variations périodiques de la température, Paris, 1866, 1 vol. en 4.º avec planches.

Escrito importante relacionado con los estudios sobre prevision del tiempo.

SOMERVILLE (Mary).—Physical Geography (4 ed.) London, 1858, 1 vol. en 12.

Tratado completo, bastante estenso i prolijo, escrito por una señora inglesa cuyos trabajos sobre astronomia matemática i ciencias físicas la colocan en el número de los sabios mas distinguidos de nuestro siglo.

SONNET (H).—Dictionnaire des mathématiques appliquées, Paris, 1867, 1 vol. en 4.º

Esta obra, de utilidad indisputable para todos los que se dedican al estudio de las ciencias físicas, contiene excelentes artículos sobre jeografía matemática, cartas jeográficas, etc., etc.

TYNDALL (John).—Les glaciers et les transformations, de l'eau, Paris, 1873, 1 vol. en 8.º

Esta obra capital en materia de ventisqueros, escrita con mucha ciencia i con notable talento literario, es el resultado de las observaciones personales del célebre físico ingles. La traduccion francesa va seguida de una conferencia de un célebre profesor aleman, Hemholtz, sobre la misma materia. Mr. Tyndall, autor de muchos libros científicos, ha escrito ademas un libro de viaje a los Alpes, traducido al frances con el título de *Dans les montagnes* (trad. de M. L. Lortet) en que están agradable i científicamente descritos los fenómenos glaciarios.

VIVIEN DE SAINT-MARTIN (Louis).—L'année geographique, Paris, 1 vol. en 12.

Importante revista de los progresos de la jeografía que se publica anualmente desde 1862. En ella se da cuenta de los trabajos de cada año con un análisis compendioso de los nuevos descubrimientos i de las nuevas publicaciones jeográficas. Desde

1876, esta revista está a cargo de M. M. C. Maunoir et H. Duveyrier.

WHEWELL (William).—Essay towards a first approximation to a map of cotidal lines, London, 1833, 1 vol. en 4.°

Este estudio fundamental sobre las mareas i su modo de propagacion, hecho por un físico de gran ciencia, ha sido popularizado por el atlas de jeografía física de Keith Johnston.

WYVILLE THOMSON (C).—The depths of the sea, London, 1873, 1 vol. en 8.°

Con el sencillo título de *Los abismos del mar*, este libro contiene un sustancioso resúmen de todos los resultados científicos obtenidos por las diversas espediciones inglesas encargadas de estudios del fondo del mar, de su relieve, de su fauna, de su flora de su temperatura, etc., etc. Tanto el testo como las ilustraciones que lo acompañan, son el fruto de una gran ciencia. Esta obra ha sido traducida al frances por el Dr. Lortet, i publicada en Paris con excelentes grabados.

ZURCHER ET MARGOLLÉ.—La prévision du temps, Paris, 1873, 1 vol. en 32.

Esta obrita de ciencia popular, tiene por objeto jeneralizar las nociones en que se funda el pensamiento de llegar a prever las revoluciones atmosféricas. Forma parte de una coleccion de trataditos elementales que llevan el título de *Bibliothèque Franklin.*

ID. ID.—Les Tempêtes, Paris, 1 vol. en 8.°

Libro de ciencia popular, agradable e instructivo.

Los mismos autores han publicado en la *Bibliothèque des merveilles* varios volúmenes de ciencia popular que los jóvenes pueden consultar con provecho. Citaremos entre ellos los siguientes:

Volcans et tremblements de terre, 1 vol.

Les météores, 1 vol.

Les glaciers, 1 vol.

La misma coleccion titulada *Bibliothèque des merveilles* ha dado a luz otros libros relacionados con la jeografía física:

W. de Fonvielle.—Eclairs et tonnerres, 1 vol.

Ad. Badin.—Grottes et cavernes, 1 vol.

L. Sonrel.—Le fond de la mer, 1 vol.

Advertimos aquí que la mayor parte de los volúmenes que forman esta coleccion se contrae particularmente a la descripcion de los fenomenos, sobre lo cual se dan estensas noticias; pero se ha cuidado ménos el dar a conocer la causa de ellos.

Los jóvenes estudiantes pueden consultar con provecho éstos i otros libros igualmente elementales, i destinados como ellos a popularizar las nociones científicas aun entre los niños de corta edad. Es innecesario recomendar aquí los excelentes trabajos de J. Vernes, Pizzeta, Fernand Papillon i otros escritores de notable mérito que han prestado importantes servicios a la vulgarizacion de la ciencia.

ELEMENTOS

DE

JEOGRAFÍA FÍSICA

DEFINICIONES

La palabra *jeografía*, que los modernos han tomado de los griegos, significa en su etimolojía mas literal, descripcion de la Tierra. Segun esta significacion, la jeografía no es una ciencia, un arte o una teoría: es simplemente una obra descriptiva; pero esa descripcion puede ser considerada bajo distintos puntos de vista. La inmensa variedad de asuntos que comprende, ha orijinado su division en varias ramas, tres de las cuales se distinguen particularmente por su aspecto práctico i científico.

La *jeografía política* considera la superficie del globo dividida en estados o naciones habitadas por sociedades o razas de la gran familia humana, que poseen idiomas, costumbres i creencias relijiosas mas o ménos diferentes. Da a conocer ademas los límites, el comercio, la estadística, el poder militar, la mayor o menor facilidad de comunicaciones, las producciones, las ciudades, las riquezas i la cultura de cada pueblo. Esta manera de considerar la jeografía es esencialmente convencional, desde que todas las circunstancias que acabamos de considerar se modifican tan fácilmente en el trascurso de los siglos. De aquí re-

sulta que la jeografía política se altera frecuentemente, i que para estudiar la historia de los tiempos pasados tenemos que hacernos cargo de todas estas modificaciones.

La *jeografía matemática* tiene por objeto el determinar la forma i las dimensiones de la Tierra, las posiciones relativas i las distancias de los lugares en su superficie, la situacion de nuestro globo en medio del universo, sus movimientos, su relacion con los otros cuerpos celestes. Se la conoce jeneralmente con el nombre de *cosmografía*.

La *jeografía física* se limita solo al estudio de la Tierra; pero no toma en cuenta la division de los estados ni sus límites respectivos, ni su estadística, ni sus progresos industriales e intelectuales. Tiene por objeto la descripcion jeneral de la superficie del globo, considera las proporciones relativas de los mares i de los continentes, la estension i la configuracion de estos últimos i de las islas, la elevacion i direccion de las cadenas de montañas, la conformacion de las llanuras i de los valles, su altura sobre el nivel del mar, el suelo, las aguas i las producciones animales i vejetales de las diversas zonas. Estudia igualmente los distintos fenómenos que presenta la superficie acuosa del globo, tales como las mareas, el curso de los rios, las corrientes del océano. En fin, las cuestiones relativas a la temperatura de los lugares, la altura de las nieves en las montañas los vientos dominantes, las lluvias i los otros fenómenos de la atmósfera son igualmente objeto de la jeografía física.

Como se comprenderá, esta rama de la jeografía es suceptible de subdividirse en muchas secciones, segun el objeto particular que se considere. Así puede tratarse especialmente de los sistemas de montañas i de las grandes divisiones de las tierras bajo el nombre de *orografía*; de las partes líquidas de la superficie terrestre bajo el de *hidrografía*; de la atmósfera, de los vientos i de los otros fenómenos que en ella tienen lugar, bajo el de *meteorolojía;* de la temperatura de las diversas localidades i las alturas, bajo el de *climatolojía*, etc. La distribucion de los animales i de los vejetales en la superficie del globo

puede ser considerada igualmente aparte con el nombre de jeografía *zoolójica* i *botánica*.

La jeografía física se compone de muchos de los principios mas importantes de los varios ramos de las ciencias naturales, reunidos con un objeto especial; o mas bien es la aplicacion práctica de los principios teóricos de las ciencias físicas a los grandes fenómenos de la naturaleza. En efecto, en la observacion de esos fenómenos maravillosos vemos reproducirse en una inmensa escala los mismos hechos que producen en pequeño los aparatos científicos inventados por los físicos. Este estudio tiene, pues, la doble ventaja de fijar nuestras ideas, robusteciendo los conocimientos adquiridos, i de darnos a conocer la causa i la sucesion de un gran número de los prodijios mas portentosos de la naturaleza.

CAPITULO I

Figura i dimensiones de la Tierra: sus movimientos

1. Pruebas de la redondez de la Tierra.—2. La redondez de la Tierra subsiste a pesar de las montañas.—3. Dimensiones de la Tierra.—4. Su movimiento jiratorio.—5. Su movimiento de traslacion al rededor del Sol.—6. Las estaciones.—7. Divisiones convencionales de la esfera terrestre.—8. Las cartas jeográficas.

1.—Los antiguos creian que la Tierra era plana; sin embargo, Pitágoras i muchos filósofos griegos, sin poseer los medios de comprobacion que han conocido los modernos, reconocieron que era redonda. En efecto, sin necesidad de llegar a una demostracion esperimental, han podido acumularse pruebas que demuestran esta verdad.

Cuando un buque que llega de alta mar, se acerca a las costas, los primeros puntos visibles para las personas que se hallan en él, son las cumbres mas elevadas de las montañas. En seguida aparecen las cimas de las altas torres i de los faros, i solo mas tarde se ve la ribera. Del mismo modo, un observador, que desde la orilla ve la llegada de un buque, comienza por percibir la punta de los mástiles, en seguida las velas mas altas, despues las velas bajas, i por último el casco del buque. Si el buque se aleja de la orilla, se le ve desaparecer gradualmente en un órden inverso. Si la tierra fuese verdaderamente

plana, a cualquiera distancia se veria por completo el objeto que se observa, en lugar de hacerse gradualmente visible de la cima a la base.

Otra prueba de la redondez de la Tierra se encuentra en la forma del *horizonte.* Se da este nombre (de una palabra griega que significa limitar) a la línea que al rededor de nosotros limita la vista cuando nos encontramos en un campo abierto. En apariencia, la bóveda del cielo se une a la Tierra en esta línea. En una llanura en que ningun accidente del terreno hace desaparecer su regularidad, el horizonte forma un círculo, cuyo centro ocupa el observador. En el mar, la configuracion circular del horizonte es mas evidente todavia. La superficie de las aguas aparece como un vasto círculo, cuyos bordes se confunden con el azul del cielo. Si la tierra fuese plana, el alcance de nuestras miradas no tendria otro límite que el que resulta de la debilidad de la vista; i entónces, con el ausilio de anteojos poderosos, se podria, en el mar sobre todo, ver a toda distancia, no habria ninguna línea de demarcacion que dividiese la estension terrestre en parte visible i en parte invisible. Pero léjos de eso, los mejores anteojos no permiten a la vista pasar las barreras del horizonte.

Cuando subimos a una montaña, i mejor aun cuando subimos á una torre elevada que nos permite mirar a todos lados, i desde ahí dirijimos nuestras miradas a las llanuras que la rodean, nos sentimos maravillados de la grande estension que abraza la vista; porque desde esa elevada posicion nosotros podemos mirar una mayor parte de la superficie curva de la Tierra. Por esta misma razon, el aereonáuta que atraviesa los aires en un globo, puede ver en un instante dado una porcion mayor de la Tierra que el que la observa desde una torre o desde una montaña.

Pero la redondez de la Tierra en su direccion de este a oeste ha sido probada de un modo evidente que no deja lugar a duda. Desde 1521, el famoso viaje del portugues Hernando de Magallanes dejó esperimentalmente resuelta esta cuestion. Sa-

liendo de los puertos de España i navegando constantemente hácia el occidente, salvo las desviaciones que estaba obligado a hacer a causa de la configuracion de los continentes, dió una vuelta entera a la Tierra, i dejó comprobado un hecho que ántes era admitido como una hipótesis.

Si la redondez de la Tierra de oriente a occidente es incuestionable, no lo es ménos en su direccion de norte a sur. Cuando atravesamos una distancia considerable con rumbo de un polo a otro, esto es, de norte a sur o de sur a norte, nuevas estrellas aparecen gradualmente en la direccion en que avanzamos, i desaparecen en aquella parte de los cielos de que nos alejamos. Esto no puede suceder sino cuando el viajero se mueve en una superficie curva, en cuyo caso su horizonte se mueve con él.

Podemos tambien concluir por analojía i despues de estudiar la figura del Sol, de la Luna i de los planetas, que la Tierra tiene una forma semejante, esto es, esférica. Pero este hecho queda fuera de duda observando los eclipses de la Luna, orijinados por la interposicion de la Tierra entre aquel astro i el Sol. El borde de la sombra proyectada por la Tierra es siempre circular; i en las varias posiciones que en los períodos sucesivos de los eclipses se han observado, la uniformidad de la sombra es siempre la misma, i prueba que la Tierra tiene la forma de un globo.

2.—La redondez de la Tierra subsiste apesar de sus colosales cadenas de montañas i de sus valles profundos; o mas claro, la Tierra es redonda, apesar de las desigualdades de su superficie, porque las mayores montañas no son nada respecto de la inmensidad de su volúmen, como vamos a verlo. Figurémonos la Tierra representada por una esfera de dos metros de diámetro; en seguida, representemos en su superficie, en relieve exactamente proporcional, algunas de las principales montañas del globo. El monte mas elevado de la Tierra es el Gaurisankar, que forma parte de la cadena del Himalaya, en el centro del Asia. Levanta sus cimas de granito a 8,840 metros de al-

tura. Para representarlo en el globo de dos metros de diámetro que hemos supuesto, seria menester colocar en la superficie de éste un grano de arena de un milímetro i $\frac{1}{3}$ de relieve. La jigantesca montaña que nos maravillaba con su inmensidad, no es nada cuando se la compara a la Tierra; i no alcanza por cierto a interrumpir su esfericidad.

3.—De todos los hechos establecidos se sigue que la superficie de la Tierra es curva en toda direccion; pero, sin embargo, no es rigorosamente esférica. Huyghens i Newton, partiendo de la hipótesis de que nuestro globo existió primitivamente en el estado fluido, hipótesis que ha sido corroborada por los estudios jeolójicos, demostraron que la superficie de la Tierra debia ser una elipsóide. Los arcos de un meridiano han sido medidos mas tarde en muchas partes de la Tierra, del ecuador hácia los polos, por distinguidos astrónomos de varias naciones, franceses en su mayor parte: el resultado de estas mensuras demuestra que la curvatura del globo es mayor cerca del ecuador que cerca de los polos, o en otros términos, que la Tierra es mas achatada en los polos que en el ecuador. La cosmografía da a conocer los grandes trabajos científicos que se han necesitado para determinar la verdadera forma del globo, así como la física ha comprobado por medio del péndulo la exactitud de las operaciones matemáticas.

De todos estos trabajos ha resultado la determinacion de las medidas siguientes: la distancia del centro de la Tierra a un polo, esto es, lo que se llama radio polar, es de 6,356 quilómetros; la distancia del centro al ecuador, esto es, el radio ecuatorial, es de 6,377; la circunferencia de un meridiano, 40.003,424 metros, i no 40.000,000 como se creyó despues de las primeras medidas: circunferencia ecuatorial, 40 070,376: superficie total del globo, 510.000,000 de quilómetros cuadrados; i por último, volúmen de la Tierra, 1.083,000.000.000 de quilómetros cúbicos.

4.—Esta inmensa esfera no está inmóvil, como aparece a primera vista. Vamos a verlo.

Consideremos por un momento los fenómenos jenerales de los movimientos de los cuerpos celestes. Por la mañana, el Sol se levanta en el oriente, sube oblícuamente hácia la parte superior de la esfera celeste, i baja en la tarde hácia el occidente. La Luna tambien, cuando está visible, se levanta en el oriente, sigue una marcha semejante a la del Sol, i se pone en el occidente.

Si en una noche despejada observamos el cielo, notaremos tambien un cambio contínuo. Si miramos hácia el oriente, veremos algunas estrellas que se levantan: i si miramos al occidente vemos otras que se ocultan. Observamos ademas que las estrellas, así como el Sol, no se levantan perpendicularmente sino al sesgo; que siguen levantándose hasta cierta altura con inclinacion hácia el norte, hasta un punto intermediario entre el oriente i el occidente, i que en seguida bajan hácia el occidente, a un punto del sur equidistante de aquel de donde salieron. Pero si miramos hácia el sur, veremos algunas estrellas que no se ponen nunca, que describen un círculo sobre el horizonte i que son llamadas circumpolares.

Las estrellas, aunque de diferente magnitud i brillo, aparecen todas a la misma distancia de nosotros, i un lijero exámen del cielo nos revela el hecho de que las estrellas no se acercan o retiran unas de otras, sino que todas conservan la misma distancia relativa. Algunas estrellas, sin embargo, llamadas planetas, cambiar de lugar, como la Luna, obedeciendo a ciertas leyes particulares.

Juzgando por esta apariencia, un observador concluirá que la superficie cóncava, o la esfera de los cielos en que las estrellas parecen estar fijas, jira en torno de un eje que se estiende de norte a sur, atravesando a la Tierra de un polo a otro. Ahora, si elejimos una estrella, si la observamos por medio de un instrumento cuando se halla en el meridiano i en seguida vemos el trascurso del tiempo que media para que vuelva a colocarse en el mismo meridiano, hallamos que es exactamente 23 horas 56 minutos, i que en el mismo período de tiempo todas

las estrellas parecen describir círculos paralelos al rededor del eje del cielo; por lo que se puede decir que la esfera celeste hace una revolucion en 23 horas 56 minutos, o lo que es lo mismo, un dia sideral.

Es evidente que el mismo efecto se producirá si las estrellas permanecen inmóviles, i si la Tierra jira uniformemente sobre el mismo eje en el mismo tiempo, pero en una direccion opuesta. El observador que no tiene idea del movimiento de la Tierra, prefiere atribuirlo al cambio de posicion de las estrellas, esto es, a una revolucion diaria de la bóveda celeste. Le pasa lo mismo que al que viaja en un ferrocarril, que le parece ver que los árboles de las orillas del camino, los postes, las cercas, las casas, se animan i corren en un sentido inverso del movimiento que le arrastra. Sin los sacudimientos inevitables del tren, la ilusion sería completa.

Una observacion atenta ha demostrado, en efecto, que es la Tierra la que jira sobre su eje. Vamos a indicarlo sumariamente.

El Sol está a treinta i cuatro millones de leguas de nosotros. Si cada dia hubiese de dar una vuelta en torno de la Tierra, tendria que recorrer mas de cien mil leguas por minuto. Esta incomprensible rapidez no es nada todavía. Las estrellas son otros tantos soles comparables al nuestro por el volúmen i por el brillo; pero la distancia a que están colocadas, las hace aparecer tan pequeñas. La mas inmediata está treinta mil veces mas léjos que el Sol. Para hacer su revolucion al rededor de la Tierra en veinticuatro horas, esa estrella deberia recorrer cada minuto treita mil vecés cien leguas, o lo que es lo mismo, 520 millones de leguas por segundo. ¿Puede concebirse que otras estrellas que están diez, cien, mil veces mas léjos todavía, describan, cada veinticuatro horas, círculos cuya inmensidad la razon no acierta a comprender?

Por otra parte, estando todos los astros colocados a diversas distancias de la Tierra, tendremos que sus movimientos respectivos se verifican con una rapidez desigual, i que los que

están mas cerca marchan con mayor lentitud, miéntras los mas distantes recorren en el mismo tiempo distancias inmensamentes mayores. Este mecanismo es mucho mas contrario a la razon que el suponer que la Tierra jira cada dia sobre su eje.

Ademas, conviene recordar el volúmen prodigioso del Sol, de algunos de los planetas, i de la mayor parte de los otros astros. El Sol, como ha podido comprobarlo la ciencia astronómica, es 1.400,000 veces mas grande que la Tierra; i mui probablemente muchas de las estrellas son mayores todavía. No puede pretenderse que esos jigantes, esos colosos ante los cuales la Tierra no es mas que un grano de arena, jiren en los abismos del cielo con una rapidez imposible, para distribuir a nuestro globo la luz i el calor.

La observacion del Sol practicada con el auxilio de un telescopio revela que ese astro inmenso tiene un movimiento jiratorio sobre un eje. Constantemente se ven sobre su superficie manchas de diversos tamaños que lo recorren de este a oeste, que aparecen en uno de sus bordes, atraviesan en un tiempo dado todo el hemisferio visible del astro, i desaparecen en el borde opuesto, para volver a aparecer por el oriente despues de un trascurso de tiempo igual al que la mancha empleó en recorrer el hemisferio visible. Este movimiento regular de las manchas del Sol no puede explicarse de otro modo que por un movimiento de rotacion; i en efecto, las mas prolijas observaciones han demostrado que ese astro verifica una revolucion completa en 25 dias $\frac{1}{4}$. La Luna presenta siempre la misma faz a la Tierra; i este hecho no puede esplicarse sino por medio de una revolucion efectuada sobre su eje en un mes lunar. La observacion de los planetas mas inmediatos a nosotros, algunos de los cuales son inmensamente mayores que la Tierra, ha manifestado que tienen tambien un movimiento jiratorio en torno de su eje. No hai motivo, pues, para no admitir que la Tierra tiene un movimiento idéntico, ejecutado con toda regularidad i de una manera insensible para nosotros.

Pere la ciencia no se limitado a conjenturas, por fundadas i convenientes que sean. La rotacion de la tierra en torno de un eje que pasa por los polos, ha sido demostrada directamente por la célebre experiencia de Leon Foucault. Este ilustre físico francés ha construido un péndulo, que no es necesario explicar aquí, en el cual se ve que el plano de oscilacion, en lugar de permanecer invariable, cambia de posicion, lo que revela el movimiento de la Tierra. Hai ademas un fenómeno meteorolójico conocido con el nombre de *vientos alisios,* que no puede esplicarse sino reconociendo el movimiento rotatorio de la Tierra.

Esta rotacion del globo se efectúa, como hemos dicho, en poco ménos de 24 horas, i produce la alternativa del dia i de la noche. Este movimiento se ejecuta de occidente a oriente, como la mayor parte de los movimientos celestes de nuestro sistema, i por consiguiente en sentido inverso del movimiento aparente del Sol. Cuando vemos que este astro se levanta por la mañana en el oriente i se dirije hácia el oeste, es porque creemos la Tierra inmóvil. En realidad es el Sol el que está inmóvil; i nuestro globo, jirando sobre sí mismo de oeste a este, presenta sucesivamete delante del disco solar todos los puntos de su superficie De este modo, se produce el dia para la rejion que ve el Sol, i la noche para la rejion opuesta.

Siendo la tierra un cuerpo esférico, su movimiento uniforme será mas rápido en las partes de su superficie que están mas distantes del eje en torno del cual se verifica ese movimiento. En los polos se efectúa con una lentitud doble a la que emplea el puntero que marca las horas en la esfera de un reloj; pero a los 60 grados del ecuador, o lo que es lo mismo, a los 30 grados del polo, cada punto de la superficie de la Tierra recorre cerca de 14 quilómetros por minuto; i en el ecuador la rapidez sera doble todavia, es decir de cerca de 28 quilómetros, o mas exactamente de 464 metros por segundo.

5.—La observacion de la marcha del Sol durante un año entero, nos hace ver que ademas del movimiento aparente de cada

dia, ese astro tiene otro movimiento anual, tambien aparente. Supongamos que vivimos en el 21 de diciembre. En ninguna época del año el dia es mas largo para nosotros. El Sol se levanta ántes de las cinco de la mañana: a medio dia se coloca casi sobre nuestras cabezas: despues de las siete llega al horizonte por el oeste. Efectuando esta observacion en un punto situado mucho mas al sur, en el cabo de Hornos, por ejemplo, veríamos que el Sol se levanta a las tres de la mañana para ponerse a las 9 de la noche. Acercándose aun mas a las rejiones polares llegaríamos a un punto en que las horas de la salida i de la entrada del Sol se confunden, de tal suerte que el astro se oculta un instante bajo el horizonte i reaparese luego. Por fin, mas cerca del polo asistiríamos al magnífico espectáculo de un sol que no se pone, que jira al rededor del espectador semanas, meses enteros, sin desaparecer bajo el horizonte, i que permanece igualmente visible de dia i de noche.

Repitiendo la observacion durante seis meses, se verá que el Sol se aleja poco a poco hácia el norte, que cada dia sale mas tarde i se pone mas temprano, que el astro luminoso pierde parte de su brillo, sus rayos una gran cantidad de su calor i que el 21 de junio tenemos el dia mas corto i la noche mas larga del año. En esta época, la noche es contínua en el polo austral, así como seis meses ántes el día no era interrumpido. En seguida, el Sol vuelve a acercarse al sur en la misma forma que se ha alejado, i los dias comienzan a alargar. Un observador colcado en el hemisferio norte de nuestro globo reconocerá que los mismos hechos tienen lugar allí, pero en un órden inverso, esto es, que nuestros dias mas largos corresponden a los mas cortos del otro hemisferio, i vice-versa.

Esta aparente revolucion anual del Sol se esplica facilmente por medio de otro hecho que la astronomía ha demostrado palmariamente, i que se puede comprobar observando la marcha de los planetas, que son cuerpos en todo semejantes a la Tierra. El globo terrestre, jirando constantemente en torno de su eje, cambia de lugar i circula al rededor del Sol, que, por su poder

de atraccion, o mantiene en una órbita inmutable. En un año, esto es, 365 dias i un cuarto, la Tierra ejecuta una vuelta completa en esa órbita para recomenzarla indefinidamente.

6.—Así como la rotacion diaria de la Tierra en torno de su eje produce la sucecion de los dias i de las noches, su revolucion anual al rededor del Sol produce la variacion de las estaciones, i con ella la mayor o menor duracion de los dias i de las noches. Si el eje de la Tierra fuera perpendicular al plano de la órbita que describe al rededor del Sol, es evidente que la parte del globo alumbrada por este astro se estenderia invariablemente de un polo al otro, i que los dias i las noches serian exactamente compuestos de doce horas en los dos hemisferios. Pero no sucede así: el eje de la Tierra está un poco inclinado, siempre en el mismo sentido i del mismo lado, de manera que se le puede considerar, a lo ménos por lo que respecta a los cambios de los dias i de las estaciones, que conserva una direccion constante, esto es, que permanece paralelo a sí mismo en toda la estension de la órbita. Resulta de aquí que, a consecuencia de esta inclinacion del eje de la Tierra, el globo presenta un grado de inclinacion que cambia con respecto al Sol. Dos veces durante el curso del año' el 20 de marzo i el 22 de setiembre, está dispuesto de tal manera que los rayos solares caen perpendicularmente sobre el ecuador: en los otros períodos de la revolucion anual, el Sol alumbra alternativamente uno de los polos i deja al otro sumido en la oscuridad. El hemisferio septentrional recibe la mayor cantidad de luz i de calor desde el 22 de marzo hasta el 23 de setiembre; miéntras que el hemisferio meridional goza de esa misma ventaja en los seis meses restantes.

7.—El conocimiento de esta revolucion pertenece propiamente al estudio de la cosmografía, i sale por esto mismo de los límites de la jeografía física. Pertenece tambien a aquella ciencia el conocimiento de las divisiones imajinarias del globo que sirven para facilitar su estudio. Creemos, sin embargo, indispensable el indicar aquí sumariamente esas divisiones para facilitar la intelijencia de las nociones subsiguientes.

La Tierra, como hemos visto, es un cuerpo redondo, semejante a una esfera, i de ahí le viene el nombre *esfera terrestre,* con que se la designa frecuentemente. Se llana eje de la Tierra la linea imajinaria que pasa por el centro de la Tierra, en torno de la cual hace su rotacion diurna. Los *polos* son las estremidades de este eje. A uno se le da el nombre de *polo boreal*, *ártico* *norte* o *septentrional*; i al otro el de *polo austral*, *antártico*, *sur* o *meridional.*

Como la tierra es una esfera, toda seccion de este globo cortada por un plano forma necesariamente un círculo. Se distinguen dos especies de círculos: *los círculos máximos*, que dividen la Tierra en dos partes iguales, i los *círculos menores*, que la dividen en partes desiguales. Los círculos máximos pueden ser infinitos; pero hai dos de ellos que tienen grande aplicacion en el estudio de la jeografía, el *ecuador* i el *meridiano.* El ecuador resulta de la interseccion de la esfera terrestre por un plano que pasa por su centro i que es perpendicular a su eje. Divide, pues, la Tierra en dos *hemisferios* , a saber: el *hemisferio boreal*, *ártico*, *norte* o *septentrional*, i el *hemisferio austral, antártico*, *sur* o *meridional* que es opuesto al precedente. El ecuador tiene tambien el nombre de *línea equinoccial,* porque en la rejion por donde pasa, las noches son constantemente iguales a los dias.

El meridiano resulta de la interseccion de la esfera por un plano que pasa por el eje de la Tierra. En cosecuencia, su plano es perpendicular al del ecuador, i divide a la Tierra en dos hemisferios, uno *oriental* i otro *occidental.* Los meridianos, que se trazan en las cartas jeográficas, dividen la esfera en 360 grados que cortan el ecuador i comienzan a contarse desde cualquier punto. Así, cuando se quiere determinar la lonjitud de un lugar, es decir, la distancia de oriente a poniente de un punto a otro, se conviene en referirse al meridiano de un lugar determinado. Cada pueblo fija como punto de partida el meridiano que pasa por un lugar de su territorio. Así, hai meridiano de Santiago, meridiano de Tenerife, etc. Las cartas jeográficas, para designar las lonjitudes de los lugares, toman como punto de partida el

meridiano de Paris si son francesas, o el de Greenwich si son inglesas.

Los círculos menores son los *paralelos.* Se llaman *paralelos* a todos los círculos cuyos planos son perpendiculares al eje de la Tierra, i por consiguiente paralelos al ecuador. Se cuentan noventa principales, equidistantes entre cada polo i el ecuador, aunque entre dos de estos paralelos principales se puede suponer cuantos se quiera. Sirven para medir los grados de latitud, esto es, la distancia que hai entre el ecuador i los polos. Los *círculos polares*, cuyo nombre viene de su inmediacion al polo, son tambien paralelos al ecuador, i reciben el nombre especial del polo cerca del cual se encuentran. Ambos están a 23° 27′ 30″ del polo respectivo i fijan el límite de la rejion polar que no recibe la luz del sol cuando este astro está en el hemisferio opuesto. Los *trópicos* son igualmente círculos paralelos al ecuador, i separados de este por 23° 27′ 30″: el del norte recibe el nombre de *trópico de Cáncer* i el del sur el de *trópico de Capricornio.* Ambos marcan el límite de la rejion de la Tierra espuesta directamente a los rayos perpendiculares del Sol, o mas bien el espacio del globo en que se opera el movimiento aparente del Sol al rededor de la Tierra.

Los círculos polares i los trópicos dividen la esfera terrestre en cinco porciones que se llaman *zonas,* es decir, bandas. Las que están encerradas en cada círculo polar se hallan privadas del Sol una parte del año o no reciben sus rayos sino mui oblícuamente: se denominan por esto *zonas glaciales.* La banda circular comprendida entre los dos trópicos i que está cortada en la mitad por el ecuador, tiene el nombre de *zona intertropical* pero se la llama mas comunmente zona tórrida, porque recibe los rayos del Sol verticalmente. En fin, las otras dos zonas comprendidas en cada hemisferio entre el círculo polar i el trópico, aunque nunca tienen al Sol en una posicion vertical reciben sus rayos ménos oblícuamente que las zonas glaciales i tienen mas o ménos luz durante todo el año. Se las llama *zonas templadas.*

8.—Las cartas jeográficas están destinadas a representar la configuracion jeneral de la Tierra, i mas propiamente la configuracion de los continentes i de los mares i de las posiciones respectivas de sus diversas partes. Para que una carta sea perfecta, es preciso que esas partes estén figuradas no solo en sus posiciones relativas, sino en sus proporciones exactas. Como la superficie de la Tierra es esférica, es absolutamente imposible representar una seccion considerable de ella en una superficie plana, de tal modo que las distancias entre los lugares ofrezcan las mismas proporciones que tendrian en una superficie esférica. Se deduce de aquí que solo en un globo se puede trazar una imájen verdadera de la Tierra i de las diferentes partes que la componen. Pero, como no es posible construir globos de un gran tamaño en que se señalen todos los detalles jeográficos, o mas bien, como los globos construidos de esta manera serian de difícil manejo i no ofrecerian las comodidades de las cartas o mapas que sirven de ordinario para el estudio de la Tierra, los jeógrafos se han visto precisados a emplear diversos sistemas jeométricos, segun el objeto que se proponen, porque ninguno de esos métodos es aplicable a todos los casos, i porque cada uno de ellos tiene sus ventajas i sus inconvenientes.

Uno de estos métodos consiste en representar los puntos i las líneas de la esfera conforme a las reglas de la perspectiva, es decir, tal como los veria un observador que se encontrase colocado a una grande altura de la Tierra. Este método produce mui buen resultado cuando la superficie que se quiere representar es de poca estension; pero cuando la carta jeográfica debe abrazar una parte considerable de la esfera terrestre, los lugares vecinos a las estremidades de la carta aparecen desfigurados. El segundo método consiste en suponer que la superficie que se quiere representar forma parte de la superficie de un cono, cuya cima coincide con el polo. Este sistema se usa principalmente cuando se trata de representar pequeñas porciones de la Tierra. Segun el tercer método, denominado Mercator, por el nombre del jeógrafo que lo perfeccionó, los meri-

dianos están representados por rectas paralelas i equidistantes; i los paralelos por perpendiculares a los meridianos, cuyas distancias crecen a medida que están mas distantes del ecuador. Las superficies quedan así enormemente alteradas; i se dilatan indefinidamente al acercarse a los polos. Pero las cartas construidas por este sistema, a pesar de sus defectos, son mui usadas por los marinos, porque la marcha de las naves se regla principalmente segun los ángulos que hace la brújula con los meridianos i los paralelos; i esta carta reproduce esos ángulos en su verdadero tamaño de un estremo a otro del mundo. Este sistema, ademas, es mui usado para la representacion de los planiferios, cuando se quiere dar a conocer toda la Tierra de un solo golpe de vista (1).

Las cartas jeográficas pueden ser de tantas especies como son los objetos a que se las destina. Unas reproducen los límites de los paises, las divisiones administrativas, los caminos de cada pais, sus plazas militares i sus líneas de defensa; otras se contraen a la representacion del terreno i de sus condiciones puramente físicas. Entre estas últimas nos limitaremos a indicar las principales. Las cartas *hidrográficas* omiten los detalles del interior de las tierras, pero dan a conocer con una minuciosa exactitud las costas de los continentes i de las islas, los escollos del mar, las sondas i profundidades. Las cartas *orográficas* están particularmente destinadas a representar el encadenamiento de las montañas. Las *jeolójicas* hacen conocer la naturaleza de los terrenos en las diversas rejiones. Las *meteorolójicas*

---

(1) El estudio de los diversos métodos empleados para la construccion de las cartas jeográficas, pertenece propiamente a la cosmografía. Por eso no damos mas que una idea mui jeneral i sumaria, haciendo abstraccion de detalles i de las numerosas e importantes modificaciones introducidas en cada sistema. Debemos recomendar aquí un interesantísimo estudio sobre la historia de los progresos de la jeodesia i del arte de levantar cartas jeográficas, que M Vivien de Saint-Martin publicó en el tomo VI (1867) del *Année jeographique*, revista importantísima de los progresos de la jeografía.

enseñan la distribucion de los vientos i de los otros fenómenos de la atmósfera. Las *mineralójicas*, las *zoolójicas* i las *botánicas* muestran la distribucion de los minerales, de los animales i de las plantas en la tierra. Hai ademas otras cartas jeográficas destinadas a dar a conocer la distribucion de la temperatura, de las lluvias, de los rios, de las corrientes del mar, de los volcanes, de las enfermedades i epidemias en la superficie de la Tierra. Todas ellas esplican i facilitan el estudio de la jeografía física, i han sido el objeto de los trabajos mas prolijos i concienzudos. Así el *Atlas físico* del jeógrafo ingles Keith Johnston puede ser considerado como un monumento de gran ciencia, i como un documento indispensable para comprender bien muchas de las mas importantes cuestiones de física terrestre.

CAPITULO II

Estructura de la Tierra

1. Teoría del calor central de la Tierra; pruebas en que se funda.—2. Hipótesis sobre el oríjen i formacion de la Tierra.—3. Materias que componen su corteza; rocas estratificadas i no estratificadas.—4. Los fósiles; importancia de su estudio para conocer la historia de las revoluciones que han precedido a la formacion actual de la Tierra.—5. Solevantamientos i depresiones que se efectúan en la época actual.

1.—Observando la superficie de la Tierra i las profundidades abiertas por algun cataclismo de la naturaleza, o por la industria de los seres que la pueblan, el hombre ha llegado naturalmente a preguntarse si siempre ha existido este globo en la forma que tiene al presente o si ha pasado por una série de trasformaciones. Las escavaciones trabajadas para la estraccion de los minerales, los cortes hechos en algunas montañas para la construccion de caminos, no alcanzan mas que a una profundidad insignificante respecto a la lonjitud del radio terrestre, o mas bien dicho, tocan apénas las capas superficiales de la Tierra. Esas escavaciones i esos cortes, sin embargo, revelan un número considerable de datos para estudiar la cuestion de la estructura de la Tierra; i lo que los ojos del cuerpo no han podido ver, a causa de la imposibilidad en que estamos de penetrar a mayor profundidad, los ojos del espíritu han podido deducirlo mediante el exámen detenido de muchos hechos.

Es fácil observar que si en verano se entra a una profundidad de la Tierra, a una mina, por ejemplo, se esperimenta una sensacion de fresco; miéntras que si se penetra allí mismo en invierno se siente una impresion de calor. Este doble hecho se orijina simplemente de que la temperatura de la mina a cierta hondura que varía de un lugar a otro, es constante, i de que la sensacion que esperimentamos nace solo del mayor o menor calor de la temperatura en que se hallaba nuestro cuerpo. Al paso que en la superficie de la Tierra el termómetro baja 20, 30, 40 grados al pasar de la estacion de verano a la de invierno, á 30 metros de profundidad se mantiene estacionario todo el año en ese mismo punto. La temperatura constante que se encuentra bajo estas condiciones es intermediaria entre la del invierno i la del verano en la superficie de la Tierra en ese mismo lugar; o mas exactamente, es igual a la temperatura media de la localidad. Como desarrollaremos mas adelante, se llama temperatura media de un lugar la temperatura que tendria ese lugar durante todo el año, si la totalidad del calor solar que recibe anualmente en vez de estar desigualmente distribuido, segun las estaciones, estuviese repartida de una manera siempre igual.

Penetrando mas i mas en el seno de la Tierra, se reconoce que, partiendo de la capa de la temperatura media, el calor aumenta en razon de un grado termométrico por un acrecentamiento de 24 a 34 metros de profundidad. La lei es jeneral: se la puede observar en todos los climas: lo que varía es el espesor de la capa que es preciso atravesar para encontrar un grado termométrico mas. La naturaleza del suelo, diferente segun los lugares, es sin duda la causa de estas variaciones (1). Algunos ejemplos darán a conocer mejor esta lei.

---

(1) Las observaciones mas constantes que han servido para fijar esta lei, se deben a M. Cordier, sabio jeólogo frances, muerto en 1861. Las consignó en una Memoria publicada en 1827. Despues de esa época se han repetido las observaciones en muchos otros puntos; se ha podido estudiar la temperatura del agua que arrojan los pozos artesianos i muchos otros fenómenos, i todos ellos confirman las teorias de M. Cordier.

Un termómetro colocado a 421 metros de profundidad en las minas de cobre de Dalcoath, en Inglaterra, i observado constantemente durante 18 meses consecutivos, ha permanecido estacionario a 24 grados. Como la temperatura de las capas superiores es de 10 grados, se deduce que hai un aumento de un grado de calor por cada 30 metros de profundidad. En una mina de carbon de Newcastle, el aumento es de un grado por cada 34 metros; miéntras en otra mina de la misma naturaleza de Northumberland, es de un grado por cada 24 metros. A mayores profundidades, la lei se cumple con la misma regularidad. La escavacion mas profunda que los mineros hayan abierto jamas, se encuentra en Kuttemberg, en Bohemia. En el dia es inaccesible. En la estremidad mas remota de sus galerías, que alcanzaban a 1,151 metros de profundidad, el termómetro marcaba un calor perpétuo de 40 grados. Nuestros veranos mas ardientes no llegan jamas a esa temperatura, que no se encuentra sino en algunos lugares de la zona tórrida, i eso durante ciertas horas de dias estraordinarios. Así, miéntras en la superficie de ese lugar se hacia sentir el rigor de un invierno espantoso, en el fondo de la mina reinaba el calor insoportable de las rejiones ardientes del ecuador. Se ha podido comprobar que este hecho se repite en la zona tórrida, en las minas de plata de Méjico, i en los paises frios, vecinos a los polos, en los pozos abiertos en Siberia.

Hai ademas otros hechos, cuya observacion conduce a demostrar el calor interno de la Tierra.

Los *pozos artesianos* son de este número. Un pozo artesiano es un agujero cilíndrico abierto con el ausilio de un barreno al traves de las diversas capas del suelo, hasta que se encuentra una vena de agua subterránea alimentada por las infiltraciones de los rios i de los lagos vecinos (1). El agua que por este medio sale de las capas profundas del suelo, llega a la superfi-

---

(1) En el cap. VI núm. 4, se dará a conocer mas estensamente lo que son los pozos artesianos.

cie con la temperatura de las capas de donde sale, i puede darnos a conocer la distribucion del calor en las entrañas de la Tierra. Uno de los mas notables de estos pozos es el de Granelle, en Paris. Tiene 547 metros de profundidad, i sus aguas tienen un calor de 28 grados. Como el agua de los pozos ordinarios en esa localidad no tiene mas de 10 grados, que es la temperatura media del lugar, hai un aumento de 18 grados, o lo que es lo mismo, un grado por cada 30 metros. Las aguas del pozo artesiano de New-Salswerck, en Westfalia, suben de una profundidad de 622 metros, i su temperatura proporcionalmente mayor, alcanza a 32 grados. El pozo de Mondorf, en la frontera del Luxemburgo, tiene 700 metros, i sus aguas alcanzan a 35 grados. Por último, el pozo mas profundo que se conozca, el de Rochefort, en Francia, tiene 825 metros, i el agua que suministra posee 42 grados. De estos hechos resulta un aumento de un grado de calor por el aumento de profundidad de cada 30 metros.

Se conocen muchas vertientes naturales que, al salir de la tierra, poseen una temperatura elevada, i a veces alcanzan a la ebullicion. Se las denomina *aguas termales.* La ciencia no ha podido reconocer la profundidad de donde vienen, pero todas ellas demuestran que en esa profundidad reina un calor capaz de entiviar i aún de hacer hervir las aguas. Así, por ejemplo, las aguas de Trincheras, en Venezuela, han marcado en ocasiones 97 grados; las de Chaudes-Aigues, en Francia, 81 grados; i en Chile han podido observarse, entre otras, las de Chillan con 60 grados, las de Cauquénes con 48 grados i las de Colina con 32 grados.

Pero estas pequeñas vertientes de agua hirviendo son nada en comparacion de los geysers de Islandia. En esta isla, sepultada en la nieve la mayor parte del año, se produce, en medio de los hielos, uno de los mas estraños fenómenos que tienen por causa la alta temperatura subterránea. Cien bocas diferentes arrojan periodicamente enormes cantidades de agua en ebullicion. Algunas de ellas lanzan durante 5 minutos colum-

nas de agua hirviendo, de 40 a 50 metros de alto, sobre 5 o 6 de espesor.

En vista de estos hechos, i sin hablar por ahora de los volcanes que deben ser tratados detenidamente mas adelante, no es posible dudar que reina en las profundidades de la Tierra una temperatura mui elevada, independiente del calor solar. Admitiendo, como el conjunto de las observaciones nos autoriza a hacerlo, que la temperatura subterránea aumenta con la profundidad en razon de un grado por cada 30 metros, a 3 quilómetros deben encontrarse 100 grados, es decir, la temperatura del agua hirviendo; a 21 quilómetros, 700 grados, el calor suficiente para la fusion del mayor número de los cuerpos; i en fin, a la profundidad de 48 quilómetros, el calor alcanzará a 1,600 grados, cantidad suficiente para la fusion del platino, uno de los metales mas difíciles de fundirse. Si la lei se mantuviese hasta el centro de la Tierra, se encontraria allí un calor de 210,000 grados, mas que céntuplo del calor mas violento que el hombre puede producir. Nada puede darnos una idea de este espantoso calor, capaz no sólo de fundir sino de volatilizar todas las sustancias conocidas. Sin embargo, no es probable que la temperatura vaya siempre creciendo: es posible que, cuando el calor ha alcanzado a 2,000 o 3,000 grados, es decir, la cantidad suficiente para producir la fusion de cualquier materia, se efectúe un equilibrio i se establezca un caler uniforme.

2.—Así, pues, debemos figurarnos a la Tierra como un inmenso globo de materias liquidadas por el fuego, i envueltas por una débil corteza sólida. Esta corteza debe tener de 20 a 40 quilómetros de espesor, es decir, de 3 a 6 milésimas de la lonjitud del radio terrestre. Conviene observar desde luego que semejante masa fluida encerrada en una corteza tan delgada, no puede permanecer constantemente tranquila. Así se comprenderá fácilmente que esta costra está sometida de tiempo en tiempo a levantamientos, a hundimientos i a dislocaciones parciales efectuadas por el líquido incandescente que encierra.

De aquí a admitir la fluidez total primitiva de la Tierra no hai mas quo un paso. Esta hipótesis, emitida por sabios eminentes, fué definitivamente formulada por el ilustre La Place, grande astrónomo físico i jeómetra, que florecia a principios de nuestro siglo.

Segun ella, la Tierra, así como los otros planetas, seria formada primitivamente por una masa gaseosa desprendida del Sol. Esos gases, condensados por la temperatura fria de los espacios, i reducidos a un cuerpo inmensamente mas pequeño, formaron un globo líquido, de materias en fusion que contenia el jérmen de todas las sustancias que ahora se encuentran en la Tierra. Ese globo jirando en los espacios en la misma forma en que ahora hace su movimiento diurno, i en virtud de las leyes físicas, sufrió una depresion en sus polos i un levantamiento en el ecuador, lo que esplica la forma de la Tierra. Solo la fluidez primitiva de nuestro planeta puede esplicar su configuracion actual. Si la Tierra hubiera sido una masa sólida no habria adquirido el achatamiento polar. Por un largo período de tiempo, de cuya duracion no podemos darnos cuenta, nuestro globo no fué, pues, mas que un vasto monton de rocas i de materias fundidas por el fuego. Como es fácil comprender, en esta época no habia vejetacion en la superficie de la Tierra.

La jeolojía se esplica mas fácilmente por las revoluciones posteriores del globo que habitamos

Esa masa incandescente, jirando sin cesar en los espacios desprovistos de todo calor, siguió enfriándose, i su superficie comenzó a cubrirse de una película de materias semejantes a las escorias, i cuyo espesor fué aumentando progresivamente. Ahora se ve que el terreno inferior en que descansan todas las capas que constituyen la corteza terrestre, se compone de rocas o masas cristalizadas que parecen ser el resultado de masas fundidas por el calor i que han cristalizado al enfriarse. Esas rocas se llaman primitivas o primordiales, porque indudablemente han debido formarse ántes que las capas depositadas mas tarde por las aguas. En efecto, sobre ese terreno primitivo no po-

dia existir el agua en el estado líquido i por consiguiente no habia aun seres vivientes sobre el globo.

Pero el enfriamiento de la Tierra continuó. El agua que se hallaba en estado de vapor en la atmósfera, se precipitó a torrentes sobre esa costra que envolvia el globo, i comenzó a desgastar algunas porciones de las rocas primitivas, dando así principio a la formacion de los terrenos de trasporte o de sedimento. Los terrenos que descansan inmediatamente en las rocas primitivas, han sido llamados de transicion; i en ellos encontramos los restos fósiles de peces i crustáceos que tienen, en verdad, mui poca semejanza con los animales de estas clase que viven al presente, pero que revelan que la vida existió en el globo desde que éste tuvo agua. En estos grupos de terrenos se hallan tambien las mas grandes masas de carbon que se conocen, i que son los despojos de una vejetacion mui diferente a la actual.

Mas tarde, cuando los mares formados por la condensacion de esos vapores que se precipitaban en forma de lluvia, envolvian la mayor parte del globo, aparecieron vejetales mas completos, i algunos animales de un órden superior a los que se encuentran en los terrenos de transicion. Los terrenos situados sobre estos últimos, conocidos con el nombre de secundarios, nos ofrecen infinitos fósiles, todos diferentes de los seres actuales, pero en su mayor parte ménos estraños que los de la formacion anterior. En este período vivian en los mares algunos reptiles jigantescos, los inmensos ictiosauros, lagartos con cuatro aletas, semejantes a las de la ballena, en lugar de patas, i con ojos enormes; los plesiosauros, lagartos provistos igualmente de aletas en lugar de patas, con cuello largo como el de los cisnes i con cabeza pequeña; i por último, los pterodáctilos, lagartos con alas parecidas a las de los murciélagos.

Continuando el enfriamiento de la Tierra, se formaban lentamente los continentes o consecuencia de las modificacione incesantes de la corteza del globo. En este momento comienza la época terciaria, en que aparecieron verdaderos mamíferos i

aves análogas a las que viven ahora, pero distintas. Algunos de esos mamíferos tenian dimensiones jigantescas como los elefantes, los rinocerontes i los hipopótamos de nuestra época. En este período vivia en Chile una especie de mastodonte, animal un poco mas grande que el elefante, que tenia como éste dos grandes colmillos i una trompa, cuyos huesos se han hallado en algunos puntos de nuestro territorio i principalmente en el fondo que ocupaba la laguna de Taguatagua. En la misma época vivia en la República Arjentina el famoso megaterio, animal tan grande como el elefante, pero de cabeza pequeña, del cual existe un esqueleto casi entero en el museo de Madrid. Las conchas fósiles que se encuentran en las capas de este período son mui semejantes a las de la época actual. El hombre parece haber aparecido al fin de este período terciario o a principios del siguiente.

La dislocacion de la costra del globo solevantaba poco a poco montañas, abria valles, profundizaba los mares, formaba continentes; i hácia el fin del período terciario, el globo presentaba un relieve mui semejante al que vemos en nuestro tiempo. Entónces comienza el período cuartario, impropiamente llamado cuarternario. Este período nos presenta un fenómeno sumamente notable. Hasta entónces el globo parecia haberse enfriado de una manera mas o ménos regular desde el tiempo en que no formaba mas que una masa de vapor hasta la época del período terciario. Con el período cuarternario se hizo sentir un momento en que un enfriamiento brusco, quizá, se muestra i luego desaparece. Los jeólogos han demostrado que los ventisqueros de los Alpes, léjos de detenerse en el punto en que ahora se les vé, ocuparon entónces la mayor parte de los valles de la Suiza i se estendieron a lo léjos trasportando enormes masas de rocas que, como diremos en otra parte (1), son conocidas con el nombre de bloques erráticos. Los ventisqueros de la Suecia i de la Noruega llevaron esas rocas hasta la Alemania i la

(1) Véase el capítulo VI, núm. 3.

Polonia. Es fácil comprobar esta revolucion jeolójica en Chile, donde los ventisqueros de los Andes arrastraron sus despojos hasta el valle central. No cabe duda de que una parte del período cuarternario ha sido señalada por fenómenos glaciarios de una inmensa estension, y probablemente de larga duracion, a los cuales se atribuye la desaparicion de muchos animales semejantes a los que hoi pueblan la sona tórrida, i que entónces, cuando la Tierra tenia una temperatura propia, independiente del calor solar, habitaban indiferentemente en todas las zonas. Los naturalistas, los físicos, los astrónomos se han perdido en conjeturas para dar a estos hechos una esplicacion satisfactoria. Unos han supuesto una dislocacion del eje de la Tierra que colocó a un hemisferio en la misma situacion que hoi tiene las rejiones polares, o la interposicion momentánea de una materia cósmica que habria servido de pantalla entre la Tierra i el Sol. Otros han invocado el movimiento de traslacion de todo el sistema planetario, i el paso de la Tierra por espacios celestes excesivamente frios; i por último, algunos han buscado la causa de los grandes fenómenos glaciarios i del cambio de climas que orijinaron, en la desaparicion de ciertos continentes i en la aparicion de otros.

Despues de estos fenómenos glaciarios, que algunos denominan diluvianos o época de los grandes diluvios, comienza la época actual, a la cual se ha dado el nombre de época aluviana o época reciente. Con ella continúan siempre los fenómenos jeolójicos de que ahora mismo somos testigos; en el órden sedimentario, la formacion de los deltas en ciertos rios, el trasporte de tierras por las aluviones, la marcha progresiva de las dunas, la formacion de las islas madrepóricas, etc.; i en el órden eruptivo, el solevantamiento i la depresion de las costas, los terremotos, las erupciones volcánicas, etc.

Hace pocos años, los sabios creian aun que el globo se habia modificado hasta llegar a su estado actual por medio de implacables cataclismos que separaban los períodos jeolójicos. Esos cataclismos habian levantado, se decia, las montañas, abierto

los valles, dado nuevos límites a los mares, i destruido toda la vida orgánica del período anterior para dar lugar una nueva creacion, con nuevos animales i nuevas plantas. La ciencia reconoce en nuestros dias que las épocas jeolójicas no han estado separadas por abismos; que aun los cataclismos, en los casos que han tenido lugar, no han sido mas que parciales, i que por tanto las modificaciones i transformaciones del suelo se han producido poco a poco, lentamente, por el paciente trabajo de los siglos acumulados, i por una larga série de operaciones semejantes a las que se ejecutan en nuestros dias, cuando se ve que despues de algunos siglos se forman islas en las embocaduras de los rios, se solevantan o se hunden algunas costas, etc., etc., mediante una accion constante, casi insensible pero eficaz.

3.—La jeografía física, limitándose a estudiar el globo en su época actual, lo describe solamente tal como se presenta a nuestros ojos. No pretende invadir el campo de la jeolojía, que ha coordinado la historia del planeta durante la sucesion de las edades; pero debe consignar ciertas conclusiones jenerales.

Cuando se examina atentamente la composicion jeneral de la corteza del globo, la posicion relativa de las rocas i la naturaleza de los restos organizados que ellas encierran, se adquiere la conviccion de que la superficie de la Tierra no ha sido siempre la misma. Se ve, en efecto, que la mayor parte de las capas minerales que constituyen las islas i los continentes actuales, han sido formadas en el seno de las aguas por depósitos sucesivos i muchas veces interrumpidos; que las cadenas de montañas que los atraviesan, han sido solevantadas en épocas diferentes; en fin, que la vida no ha existido siempre sobre la Tierra, que solo se ha mostrado en cierta época, comenzando por las organizaciones mas sencillas, i que en seguida se ha desarrollado progresivamente i de una manera contínua, apesar de las perturbaciones que en diversas circunstancias ha modificado lenta o bruscamente el relieve de la costra teestre.

La Tierra nos presenta en su superficie gran número de masas minerales de naturaleza muy variada. Esas masas, que se designan con el nombre de *rocas,* difieren entre sí. sea por su naturaleza química, sea por el modo de agregacion de sus moléculas. Unas, tales como los granitos, las areniscas, las calcáreas, son duras i consistentes; otras, como las arcillas, las arenas, son blandas i desprovistas de cohesion. De manera que la palabra roca, que en el lenguaje ordinario implica la idea de solidez i de dureza, designa en jeolojía toda especie de materia mineral reunida en masa, ya sea dura, blanda o pulverulenta.

Las diversas rocas que forman la parte de la corteza terrestre accesible a nuestros sentidos, no nos ofrecen todas la misma disposicion. Unas se hallan en masas irregulares, atravesadas por hendeduras que las surcan en todas direcciones, i son compuestas de minerales agregados sin ninguna apariencia de simetría. Otras, por el contrario, están dispuestas con regularidad en forma de capas superpuestas i casi paralelas, separadas por hendeduras jeneralmente horizontales, o rara vez oblícuas: esta disposicion de las rocas en capas paralelas, ha recibido el nombre de *estratas* o *estratificacion*, de una voz latina que significa lecho. De aquí nace la division de las rocas en no estratificadas i estratificadas.

Las rocas no estratificadas, es decir, las que están dispuestas en masas irregulares, son todas compuestas de minerales cristalizados, frecuentemente de silicatos; i presentan el aspecto de sustancias minerales heterojéneas que despues de haber pasado en conjunto por la fusion ígnea, se han enfriado muy lentamente. Tienen una gran semejanza, por su composicion i por su estructura, con las masas fundidas i arrojadas por los volcanes. Esta es la razon por qué se las designa con el nombre de rocas ígneas o plutónicas; lo que quiere decir que se admite implícitamente que en otro tiempo han sido liquidadas por el fuego, i que al enfriarse han tomado sus formas i sus apariencias actuales.

Las rocas estratificadas, por el contrario, resultan evidente-

mente de los depósitos que se han formado poco a poco en el fondo de los mares, de los lagos o de los ríos, i que por esta razon se han estendido en capas horizontales. Presentan grande analojía con los depósitos sedimentarios que vemos acumularse en el fondo de los lagos i de los ríos o en las orillas del mar. Estas rocas consisten principalmente en guijarros rodados, en arenas, en arcilla i calcárea, cuyas partículas arrastradas por las aguas, se han depositado en el fondo, bajo la influencia de la pesantez, i se han conglomerado en masas voluminosas i compactas. Los jeólogos les dan por esto el nombre de rocas de sedimento o neptunianas.

Estas rocas se encuentran principalmente en las llanuras o en los costados de las montañas, miéntras que las rocas ígneas o plutónicas se encuentran jeneralmente abajo de las capas de sedimento o en el centro de las grandes montañas, cuya masa interior constituyen ordinariamente. En muchos lugares las rocas neptunianas aparecen rotas, atravesadas i cambiadas de lugar por las rocas plutónicas, que se han intercalado entre ellas o elevádose sobre su nivel para formar montañas, picos o prominencias.

Las principales rocas ígneas o plutónicas son el granito, el pórfiro, el basalto i la lava; las rocas de sedimento o neptunianas mas comunes son las calcáreas, las arenas i las arcillas. La jeolojía hace el estudio detenido de cada una de estas rocas.

4.—Se conoce con el nombre de *fósiles* (de la palabra latina *fossilis*, enterrado), los restos diversos de los cuerpos organizados, animales i vejetales, que se encuentran en las capas minerales de la corteza terrestre. Se sabe que en las condiciones ordinarias, los cadáveres de los animales, los restos de los vejetales, se destruyen despues de cierto tiempo. Las partes blandas ceden primero a la descomposicion: las partes córneas, huesosas, leñosas resisten mejor; pero despues de uno a dos siglos, la mayor parte de los seres que han vivido en esa época, no dejan la menor huella. Solo por escepcion se conservan intactos ciertos despojos de los seres vivos; i para ello es me-

nester que poco tiempo despues de su muerte, una materia conservadora e incrustante los envuelva, los penetre i los petrifique. Solo las aguas arrastran materias de esta naturaleza, i son ellas las que han preparado lcs fósiles. Sus partes blandas han desaparecido, i no las conocemos sino por las huellas, o mas bien, por el molde que han dejado en la materia que las envolvió, En cuanto a las parteduras, aunque con frecuencia subsisten sus formas, la sustancia mineral arrastrada por las aguas se ha sustituído lenta i casi completamente a la materia organizada, i ha tamado su lugar. Así, de los infinitos millones de seres vivos que han poblado la Tierra en las diversas épocas de su historia primitiva, el mayor número ha perecido sin dejar ninguna huella de su existencia; muchos han dejado un molde, i solo algunos han trasmitido verdaderamente cierta porcion de su cuerpo.

Es singular que la vista de los fósiles no haya llamado la atencion de los sabios desde mucho tiempo atras. Los que al observar esas petrificaciones notaban su semejanza con los cuerpos organizados, creian que eran o simples juegos de la naturaleza, o restos depositados por el diluvio universal de que hablan los libros sagrados. Hechos aislados revelan que algunos hombres superiores fijaron su atencion en esos fósiles con un objeto científico; pero solo a principios del presente siglo un eminente sabio frances, Jorje Cuvier, formó de su observacion una gran ciencia, i reveló que esos restos orgánicos, incompletos i mutilados muchas veces, eran un documento fundamental para establecer la historia de la Tierra.

Despues de lo que hemos dicho sobre la manera como se han formado las diferentes rocas, es fácil comprender que los fósiles no pueden encontrarse sino en las rocas neptunianas o de sedimento. El estado primitivo de las rocas ígneas o plutónicas, liquidadas por el fuego, i enfriadas lentamente, era incompatible con las manifestaciones de la vida. Así es que nunca se ha observado en las rocas de esta especie ninguna huella de cuerpos organizados.

No pertenece propiamente a la jeografía física el dar a conocer los restos orgánicos que se encuentran depositados en la Tierra como muestras de sus antiguos pobladores, pero sí conviene reunir aquí ciertas conclusiones que revelan la remota antigüedad de nuestro globo i que en cierto modo contribuyen a dar a conocer su estructura. Las espondremos sumariamente.

Si se comparan los restos fósiles de los animales i plantas de otras épocas con las partes análogas da los animales i plantas vivos al presente, a que mas se asemejan, se encuentra rara vez una semejanza bastante exacta para mirar las especies como idénticas. De un terreno a otro mas reciente, los animales i la vejetacion cambian, representados por mas numerosas especies i mas perfectamente organizadas. Sin duda las diferencias que se notan antre los fósiles de un período jeolójico i los del período que le precede o que le sigue, son bastante grandes; pero esas diferencias son mucho mayores todavia cuando se comparan los restos animales o vejetales de una era con los de otras eras mas distantes aun. Así, hai entre las algas i los pequeños moluscos de las primeras edades, i los seres organizados de nuestra época, una diferencia enorme, casi incomprensible. Sin embargo, el desarrollo de la vida animal i vejetal, ejecutado lentamente en un espacio ilimitado de siglos, ha seguido una progresion lójica, de los ménos perfectos a los mas perfectos. «Los vejetales i las diversas especies de animales de cuyos restos se han encontrado huellas, dice un distinguido naturalista, prueban de la manera mas evidente esta gran novedad tan fecunda en resultados filosóficos: miéntras mas antiguas son las capas que forman la corteza de nuestro globo, mas se diferencian los animales i vejetales de los jéneros i especies que hoi cubren su superficie, de tal modo que solo en las últimas capas se encuentran las especies que ofrecen mas o ménos analojía i semejanza con los seres vivos.» Lo mismo que para esplicarse la formacion de la corteza de la Tierra, la ciencia supuso la sucesion de cataclismo implacables

que ponian término a cada período jeolójico; creyó tambien que cada uno de esos cataclismos suponia la destruccion de todo un mundo organizado, despues del cual venia una nueva creacion. En nuestros dias, se trata de esplicar estos hechos de una manera diferente por medio de un encadenamiento de modificaciones i de transformaciones lentas que esplicarian la progresion gradual de esa maravillosa sucesion de seres organizados. La ciencia no ha dicho aun su última palabra sobre estas importantes cuestiones.

Debe notarse aquí que el estudio de esos restos prueba que durante los antiguos períodos jeolójicos, la temperatura del globo era tan elevada a consecuencia del fuego central, que el calor del Sol era casi insignificante comparado con ella, de tal modo que la variedad de estaciones en los paises mas frios de la zona templada no influía en la vida orgánica de esos lugares. Muchas de las clases de animales i vejetales de esas épocas se encuentran indiferentemente en la zona tórrida i en las rejiones casi circumpolares.

El órden de superposicion de las capas de rocas que forman la corteza de la Tierra, es un guia mui útil en el estudio de la constitucisn del globo. Los restos orgánicos contenidos en las diferentes formaciones, las huellas de vejetales i de animales contemporáneos de esas mismas formaciones, son todavia documentos mas valiosos para organizar la historia de la Tierra. Se estima en nuestros dias en 35,000 el número de especies fósiles de que puede disponer la jeolojía para estudiar los terrenos antiguos. Mediante ese estudio, la jeolojía ha podido comprobar con toda seguridad que las tierras i el mar han cambiado frecuentemente de lugar; que los inmensos depósitos de sustancias calcáreas que se hallan en el interior de los continentes, con un espesor que se mide por centenares i por millares de metros, han sido formados en el fondo del océano i solevantados muchas veces en los costados de las montañas que nacieron de esos mismos abismos. «Estudiando, por ejemplo, el suelo de la Inglaterra, dice un célebre profesor escoses,

aprendereis que en otro tiempo una gran parte de este pais estuvo cubierto por los hielos, como la Groenlandia. Remontándonos siempre, se la ve cubierta de bosques de palmeros i de otras plantas tropicales, i despues desaparecer bajo las aguas de un vasto océano. Mas léjos aun, se pueden encontrar otros períodos en que se presenta cubierta de selvas i de vastos pantanos, o sepultada de nuevo bajo el mar. Podeis estudiar paso a paso esta curiosa historia con tanta certidumbre como si siguiérais las acciones de Julio César o de Guillermo el Conquistador.» (1) En las revoluciones de la historia del globo que habitamos, sin embargo, los períodos cronolójicos se cuentan por millares de siglos: tanto ha sido el tiempo que se ha necesitado para estas grandiosas transformaciones.

Hai, pues, un hecho que no puede ponerse en duda, i es la remotísima antigüedad de nuestro planeta. Un célebre físico aleman, Helmoholz, estima en tres millones i medio de siglos a lo ménos, el tiempo que ha trascurrido para que la corteza terrestre haya bajado de 2,000 grados de calor que debia tener en su estado líquido, al de 200 grados de calor, es decir, una temperatura igual al doble del que tiene el agua hirviendo. i por lo tanto, tan superior a la que al presente tiene la superficie de la Tierra, que no podria habitarla ninguno de sus pobladores actuales. En nuestra época, en que este enfriamiento de la Tierra se continúa de una manera infinitamente lenta, los cálculos de los físicos establecen que en 2,000 años la temperatura jeneral de la mar terrestre no ha variado la décima parte de un grado, lo que da una idea aproximativa del tiempo que se ha necesitado para que la Tierra alcance a su temperatura actual.

Pero hai otros medios mas fáciles de comprobacion de estas transformaciones i del tiempo que han empleado en realizarse. En nuestro tiempo, como hemos dicho mas atras, la corteza de la Tierra se modifica por medio de fenómenos que los hombres

(1) A. Geikie, *La Géologie* (trad. Gravez), chap. II.

han podido observar con el ausilio de los recuerdos tradicionales, i se sabe con cuánta lentitud se han verificado estas revoluciones. Nos referimos a los solevantamientos o sumersiones de las costas marítimas, de que el litoral de Chile ofrece un notable ejemplo, de que tendremos que ocuparnos mas adelante.

Está perfectamente demostrado que desde el tiempo de los romanos, la costa de Italia inmediata a Nápoles se ha hundido mas abajo del nivel del mar, sin que los monumentos construidos sobre ese suelo hayan sido derribados. El templo de Júpiter Serapis, situado en Pozzoles, casi al nivel del mar, suministra una prueba evidente. Este monumento del cual no quedan mas que tres columnas de mármol, parece haber sido construido en el siglo III de la era cristiana. En una época posterior, probablemente a fines del siglo VII, el suelo ha comenzado a bajarse i el mar ha cubierto esas columnas hasta la altura de cinco metros. Unos mariscos del jénero de las folados, han abierto en la parte sumerjida i a la altura de dos metros, innumerables agujeros. Ahora las columnas con sus zócalos están en seco. En esa misma costa, a siete metros de altura, se encuentran depósitos de conchas de mariscos semejantes a los que viven en el Mediterráneo. No pueden atribuirse estos cambios a alternativas de alzas i bajas en la superficie de las aguas, porque tales movimientos habrian ido acompañados de inundaciones espantosas, que se habrian hecho sentir en todo el litoral del Mediterráneo. Ese fenómeno no se puede esplicar sino reconociendo un descenso de toda la costa, seguido de un solevantamiento gradual.

Fenómenos mas sorprendentes todavía pasan a nuestra propia vista. En las costas de Suecia, ciertas rocas sumerjidas en otro tiempo, se manifiestan ahora fuera de las aguas. En 1731, la academia de Upsal hizo tallar en diferentes rocas una línea que marcara la altura de las aguas; i al cabo de algunos años, esas señales se hallaban a muchos centímetros sobre la super-

ficie del mar. En el golfo de Botnia, esta elevacion se verifica en razon de un metro 30 centímetros por siglo. Los jeólogos suponen con mucho fundamento que ese golfo estuvo en otro tiempo unido al mar Blanco, i que la península escandinava formaba una isla. En nuestro tiempo se observa que el fondo del Báltico se levanta i que sus aguas pierden gradualmente el sabor salobre i son alimentadas principalmente por los numerosos rios que desembocan en él. Algunas especies de peces, que no pueden vivir mas que en el agua salada, han desaparecido en aquel mar. Se ha llegado a prever que ántes de 3,000 años, ese mar formará un lago semejante a los de la América del Norte, i comunicado con el océano por un rio. Mas adelante, tendremos ocasion de señalar hechos análogos ocurridos en otras partes del mundo.

Podemos igualmente citar algunos otros hechos que prueban de una manera evidente que en épocas remotas se han verificado grandes depresiones en las tierras. En muchos puntos de las costas de la Gran Bretaña i del norte de la Francia, se ven en las mas bajas mareas troncos de árboles i de otros vejetales semejantes a los que crecen en los campos vecinos. Estan asentados sobre el mismo suelo que los ha visto nacer, porque se ve que muchos de ellos se mantienen en pié, afianzados en la tierra por sus raices. Se ha dado el nombre de *selvas sub-marinas* a estos restos vejetales i se ha comprobado que son formados por encinas i pinos, i que aun existen restos de diferentes especies de ciervos que las habitaban en otro tiempo. Se pueden citar tambien como ejemplos de depresiones las masas de greda, en cuya superficie estan estampadas las huellas de los pasos de cuadrúpedos i de aves terrestres, i que ahora se encuentran cubiertas de capas de tierra que no han podido formarse sino en el seno de los mares. Se ha necesitado, pues, que el terreno, solevantado primero para que los animales pudiesen marchar sobre él, se bajase en seguida para recibir estos nuevos sedimentos, i se solevantase mas tarde para conservarse en el estado en que lo vemos ahora. Estos i muchos otros hechos

análogos que podríamos citar, revelan que las tierras han sufrido solevantamientos i depresiones, i que estos mismos hechos se repiten en nuestros dias de un modo perceptible a la observacion, pero con lentitud, en un largo transcurso de tiempo que nos da una idea de los muchos siglos que han tardado esas grandes revoluciones que estudia la jeolojía.

CAPITULO III

Distribucion de las tierras i de las aguas

1.—Configuracion jeneral de los continentes i de los mares.—2. Estension de cada uno de los continentes.—3. Distribucion de los mares.—4. Perímetro de los continentes.

1.—Basta mirar un mapa o un globo jeográfico para percibir la desigual extension del océano i de las tierras. Aunque en las dos rejiones polares se encuentran todavía vastos espacios inesplorados, se puede decir de una manera aproximativa que los mares cubren las tres cuartas partes de la redondez de la Tierra.

Las aguas se han acumulado principalmente en el hemisferio meridional, miéntras que las masas continentales se agrupan en el hemisferio del norte. Este primer contraste entre las dos mitades de la Tierra se hace mas sensible, si en lugar de tomar los dos polos por centro de los hemisferios, se elijen dos puntos situados uno en medio de los espacios oceánicos mas estensos i otro en la parte central del grupo de los continentes. Descríbase un círculo máximo sobre el globo tomando por centro a Lóndres, que en nuestra época es el principal foco de atraccion para el comercio del mundo entero, i se verá que casi toda la superficie de los continentes, encerrando el Atlántico como un mar interior, queda en este hemisferio. La otra mitad de la superficie terrestre, cuyo centro está situado cerca

de la Nueva Zelanda, esto es, en los antípodas de la Gran Bretaña, está ocupada por la inmensidad de las aguas, i solo las regiones vecinas al polo austral, la estremidad sur de la América meridional, la Australia i los archipiélagos inmediatos interrumpen la uniformidad de este hemisferio oceánico.

No es ménos notable esta diferencia cuando se divide el globo por un meridiano que pase al occidente de las islas Azores. Entónces se ve que el hemisferio oriental contiene una masa de tierra inmensamente mayor que la del hemisferio occidental.

Aunque la Europa i el Asia, propiamente hablando, forman un solo continente unido por una grande extension de tierra firme, un exámen atento revela otro órden de conformacion en que se descubre una sorprendente unidad de plan donde a primera vista no se percibe mas que el desórden i el caos.

En una época anterior a la nuestra, la Europa estaba separada del Asia por un mar que se extendía desde el Mediterráneo hasta el golfo de Obi por el mar Negro, el Cáspio i el Aral. Al pié de los montes Urales i de Altai se extienden esas inmensas estepas que guardan todavía, como la mayor parte de los desiertos, su fisonomía marítima de otros tiempos. Este brazo de mar que separaba los dos continentes, está casi completamente disecado; pero su lecho es perfectamente perceptible ya por la configuracion del terreno, jeneralmente plano i bajo, ya por la sucesion de los pequeños mares interiores que quedan entrecortados entre el golfo de Obi i el mar Negro.

Puede, pues, decirse que la tierra forma tres continentes dobles que se extienden de norte a sur. El primero i el mas regular de todos ellos es la América, compuesto de dos grandes triángulos que dirijen hácia el sur su ángulo mas agudo, i que se reunen por un itsmo mui estrecho. El segundo es formado por la Europa i el Africa; i el tercero por el Asia i las islas que se extienden al sur, i que es el mas imperfecto e irregular de los tres. Esta irregularidad ha sido explicada de una manera que hace mas evidente la existencia de estos continen-

tes dobles. El célebre jeólogo aleman Leopoldo de Buch, consideraba toda la larga cadena de islas i de islotes que comienza en la tierra de Van-Diemen, que comprende la Nueva Zelanda, la Nueva Caledonia, las Nuevas Hébrides, las islas de Salomón, el archipiélago de la Nueva Bretaña i que se une a la Nueva Guinea, como si en otro tiempo hubiera formado la costa oriental i septentrional de la Australia. Se puede sostener con la misma verosimilitud que todas estas islas con el archipiélago de Sonda, las Molucas, Borneo, las Filipinas, unian antiguamente el Asia a la Australia; o en otros términos, que casi la totalidad de la Malasia i de la Melanesia actuales formaban ántes de la catástrofe que las ha convertido en archipiélagos, un vasto continente análogo a la América meridional, i que la península de Malaca unía al Asia, así como el istmo de Panamá une la América del sur a la del norte.

La parte superior de estos tres continentes dobles es una curva circular que casi podria llamarse paralela al círculo polar ártico. La estremidad sur, por el contrario, tiene la forma piramidal, esto es, termina en ángulos agudos que van a sumirse en el mar mucho ántes de llegar al círculo polar antártico. Esta lei jeneral no tiene mas escepcion que la grande isla de Australia; i aun esta escepcion desaparece si, como hemos dicho mas arriba, se la supone antiguamente unida a la isla de Tamania o Van-Diemen, como induce a creerlo su constitucion jeolójica. Aun en el hemisferio del norte, la mayor parte de las penínsulas formadas por el océano o por los mares interiores, se dirijen hácia el sur, como la Groenlandia, la Florida, la España, la Italia, etc. Debe observarse ademas que en estos tres continentes dobles, todos los mares interiores, el golfo de California, el de Méjico, la bahía de Hudson, el mar del Norte, el Báltico, el Mediterráneo, el mar Negro, el mar Rojo, los golfos de Persia, de Arabia i el de Bengala, así como otros mares iuteriores de menor importancia, están todos situados en el hemisferio norte; miéntras que en el hemisferio sur los perfiles de los continentes se asemejan a una recta, i casi no dan lugar

a la formacion de golfos. Humboldt ha hecho notar una circunstancia mui particular, i es que la mayor estension de norte a sur de estos continentes dobles se encuentra casi en un mismo meridiano. Basta ver un planisferio o un globo jeográfico para comparar la península de Malaca en Asia con el cabo Taimura en Siberia; el cabo de Buena Esperanza en Africa con el cabo Norte en Laponia; i el cabo de Hornos en la América meridional con el territorio occidental al mar de Baffin.

Otra circunstancia que llama la atencion cuando se examina con algun cuidado la carta jeográfica, es la coincidencia que ofrece la direccion de ciertas costas con la de los paises situados al otro lado de los mares. Mas adelante hablaremos del paralelismo que existe en las ondulaciones de las dos costas del Atlántico: aquí señalaremos solo como comprobante de esta observacion, el territorio de Dinamarca, que forma una de las penínsulas que se dirijen hácia el norte, i que coincide con la concavidad formada en esa parte por la península noruego-sueca. Esta circunstancia es mas evidente todavía en otros lugares: nos bastará recordar el Bósforo de Tracia, conocido con el nombre de canal de Constantinopla, en que el paralelismo es constante i casi podria decirse perfecto; i el estrecho de Magallanes.

Todas estas circunstancias no son puramente accidentales. La ciencia ha supuesto una multitud de hipótesis mas o ménos fundadas para esplicárselas, para darse cuenta de la causa de la configuracion de los continentes; pero no se ha llegado todavía a resolver definitivamente las infinitas cuestiones a que estos hechos dan oríjen. En el curso de este estudio tendremos que considerar directa o indirectamente algunas de estas cuestiones.

2.—Hemos dicho mas atras que nuestro globo tiene una superficie de 510.000,000 de quilómetros cuadrados. De esta vasta estension, 381.000,000 son ocupados por los mares; i solo los 129 restantes ocupan los continentes i las islas. Como es fácil comprenderlo, estos datos no descansan en una medida

efectuada sobre el globo: son la obra del cálculo, i aun este cálculo está hecho sin conocimiento cabal de la tierra, puesto que todavía no están perfectamente esploradas las rejiones circumpolares, i que aun en paises mas accesibles al hombre habria que rectificar muchas nociones admitidas jeneralmente, i que talvez sean inexactas. De todos modos, esos cálculos no pueden alejarse mucho de la verdad.

En jeneral, reina todavía mucha incertidumbre sobre la verdadera estension de los continentes; los trabajos de los jeógrafos modernos introducen todos los dias algunas modificaciones en las avaluaciones que se dan ordinariamente en los trabajos de jeografía. Sin embargo, pueden aceptarse como mui aproximativas las medidas siguientes:

Europa..................	9.900,000	quilómetros cuadrados
Asia......................	43.400,000	,, ,,
Africa....................	29.100,000	,, ,,
América del Norte.....	20.600,000	,, ,,
América del Sur.......	18.000,000	,, ,,
Australia................	7.700,000	,, ,,

Nada se puede decir de positivo acerca de la estension territorial de los archipiélagos del Asia.

Si se divide el globo en dos hemisferios por un meridiano que pase un poco al occidente de las islas Azores, como suele hacerse ordinariamente en las cartas jeográficas, tendremos que el hemisferio oriental posee 90.100,000 quilómetros cuadrados. El hemisferio occidental, o nuevo mundo, posee 38.600,000 quilómetros cuadrados. La superficie total de las tierras del primer hemisferio es, pues, mucho mas que doble que las del segundo.

Como creemos importante el conservar en la memoria si no estas cifras, lo que seria exijir demasiado, a lo ménos una estimacion comparativa de la estension de los diversos continentes, vamos a esponer estos mismos hechos en una forma mas

compacta aunque no tan cabal. Observando un mapa se reconoce que el Asia es cerca de cinco veces mayor que la Europa, que el Africa lo es tres veces, i la América cuatro. La estension de la Europa difiere, pues, poco de la de la Australia; no es mas que un tercio de la del Africa, un cuarto de la América i un quinto del Asia.

Los continentes i las islas se estienden, como es sabido, en las tres zonas en que se divide el globo con relacion a las distancias respectivas del ecuador i a su temperatura. Segun los cálculos del jeógrafo frances Lacroix, los continentes ocupan 83 milésimas de la estension de las zonas polares o fríjidas; 519 milésimas de las zonas templadas; i 398 de la zona ecuatorial o tórrida. Estas cifras tienen mas importancia que lo que parece a primera vista, cuando se considera que la mayor estension de los continentes existe en las rejiones templadas, donde un clima benigno favorece la propagacion de la especie i el desarrollo de la industria. No estará de mas el advertir desde luego que una vasta porcion de los territorios que se estienden en la zona tórrida está ocupada por desiertos inadaptables hasta ahora por la industria humana.

3.—Propiamente hablando, no existe mas que un solo mar, una sola masa líquida contínua, esparcida al rededor de toda la Tierra, i que baña sin interrupcion los hielos de los dos polos opuestos. Todos los mares mediterráneos, los golfos, las bahías no son mas que partes separadas, pero no aisladas de este océano universal. Solo para facilitar el conocimiento del globo en el uso diario, los jeógrafos distinguen una multitud de mares particulares con sus innumerables ramificaciones. El Caspio i otras grandes porciones de agua salobre rodeadas de tierra por todas partes, son propiamente lagos. La línea de las costas es la que traza los límites de los mares. La configuracion de las tierras es contrapuesta a la del océano, esto es, ámbos tienen la misma figura en un órden inverso.

A causa de la configuracion de los cinco continentes, el océano ha sido dividido en cinco grandes porciones denominadas:

Pacífico, *Atlántico*, *Indico*, *Polar ártico* i *Polar antártico*. Estas grandes masas introducen una porcion de sus aguas en muchos puntos de los continentes, i esas porciones reciben diferentes nombres segun la forma que imprimen a la costa, i se les llama mar, golfo, bahía, ensenada, etc. (1).

El Océano Pacífico, el mas considerable de todos, i nombrado por esto mismo el Grande Océano, está encerrado entre la América por el oriente, el Asia i las islas de Sumatra, de Java i de Australia por el occidente. El Océano polar antártico lo limita por el sur i el estrecho de Bering por el norte. La línea equinoccial lo divide en dos partes, el Pacífico del norte i el Pacífico del sur. La figura de este océano es en cierto modo ovalada, pero está abierto por el sur i se estrecha gradualmente por el norte. Sus grandes masas de agua se introducen en las costas orientales del continente asiático i forman el mar de Bering, cerrado por la península volcánica de Aliaska i la cadena de las islas Aleucianas; el mar de Okotsk, cerrado por la penín-

(1) Las denominaciones dadas a las diversas formas de entrada que el océano hace en los continentes, i a su vez los continentes en el mar, varían casi podria decirse arbitrariamente, en su aplicacion. En el curso de este libro vamos a ajustarnos a las definiciones dadas por don Antonio Sanchez de Bustamante, en el libro II de su tratado de *Jeografía universal*, el cual a su vez las ha tomado casi siempre del libro XXXIII de la *Geographie complète et universelle* de Malte-Brun, pero traduciéndolas al castellano con mucho cuidado, i empleando las voces mas exactas i precisas de nuestro idioma. Como es fácil ver, en el uso comun se confunden estas denominaciones.

Las tierras forman grandes espacios no interrumpidos por los mares, que es lo que se llama *continente*; o bien son partes rodeadas de agua por todos lados, a las cuales se da el nombre de *islas*. Cuando algunas islas se hallan mui inmediatas a otras, se llaman *grupo*, vg., las Azores; i *archipiélago* si ocupan un grande espacio de mar, como las Antillas.

Si el mar penetra en los continentes, forma *mediterráneos* o pequeños mares rodeados de tierras en su mayor circunferencia i unidos al mar principal solamente por angostas entradas; si el espacio es menor i la abertura mas ancha, son *golfos* o *bahías*. Las partes mas pequeñas de agua rodeadas de tierras, que pueden servir de abrigo a las embarcaciones, se llaman *puerto*, *ensenada* o *rada*: el primer nombre indica un abrigo mui

sula de Kamtchatka i la série de islas Curiles; el mar del Japon cerrado por la cadena de islas del mismo nombre; el mar del norte de la China, llamado comunmente mar Amarillo; resguardado por las islas de Kien i de Formosa; i el mar del sur de la China, encerrado por las Filipinas, la isla de Borneo i la península de Málaca. En su ribera occidental solo hace dos entradas considerables en el continente americano, que forman el mar Bermejo o golfo de California i el mar de Panamá.

El Océano Atlántico comienza por el sur en el círculo antártico i termina por el norte en el círculo ártico. El ecuador lo divide tambien en dos partes, Atlántico del sur i Atlántico del norte. Este océano presenta todas las huellas que caracterizan la formacion de un valle. El paralelismo de las costas situadas

---

seguro, el segundo se aplica a puertos de corta dimension que se denominan *abras* cuando son obras del arte, i la rada no presenta mas que un fondeadero accidental o un abrigo contra ciertos vientos. Los continentes avanzándose hácia el mar sin comunicarse con otras tierras sino por una pequeña parte de su circunferencia, constituyen las *penínsulas*, cuya forma corresponde a la de los golfos i mediterráneos. Cuando la salida de las tierras tiene poca estension, sobre todo en lonjitud, toma el nombre de *cabo, promontorio* o *punta*. Por último, un canal entre dos tierras, por donde se comunica una masa de agua con otra, se llama *estrecho:* los griegos empleaban para designar el canal la palabra *bósforo* (paso de buei), nombre con que todavía se conoce el canal de Constantinopla. *Istmo* es una lengua de tierra entre dos mares que une dos moles terrestres.

Se llaman *costas* las partes de los continentes i de las islas bañadas por el mar: toman el nombre de *playas* si son llanas, descubiertas i arenosas, i el de *costas bravas* si son peñascosas con repechas que entran rápidamente en el mar a poca altura. Las rocas altas i bien tajadas que en algunas partes forman la costa, se llaman *acantilados:* las *dunas* son montecillos de arena que forma el mar en algunos puntos a lo largo de las playas, i *falos* son las peñas puntiagudas que se hallan en las costas.

Los *bancos de arenas* o *bajíos* son parajes poco profundos que a veces se hallan en medio del mar; reciben el nombre de *sirtes* si son formados de arena movediza: las rocas a flor de agua contra las cuales pueden estrellarse las naves, se llaman *escollos;* si las rocas están inmediatas a las costas que el mar bate con violencia, se denominan *arrecifes* o *rompientes*: *islotes* o *peñones* son los peñascos grandes que se levantan con alguna estension por encima del mar. *Sonda* es el fondo del mar cuando su profundidad no pasa de 120 brazas.

al norte del grado 10 de latitud austral, los ángulos salientes i los ángulos entrantes de las tierras opuestas, la convexidad del Brasil dirijida hácia el golfo de Guinea, la del Africa opuesta al golfo de las Antillas, todo tiene la apariencia de esta formacion. En su rejion central, que se estiende de norte a sur, aparecen pocos grupos de islas. Aunque este océano forma solo poco mas de la quinta parte del océano jeneral, sus orillas tocan una línea de costa mayor que la de todos los otros mares juntos. Proviene esto de los grandes mares mediterráneos que forma en el viejo i en el nuevo mundo. Recorriendo el mapa desde el norte de la América, encontramos el mar de Baffin entre la Groenlandia i la América, i mas al sur el mar de Hudson, llamado comunmente bahía. Entre el Labrador, el Canadá la Arcadia i la isla de Terranova está el golfo de San Lorenzo. Mucho mas al sur todavia se abre el mar de las Antillas, que tiene al noroeste el golfo de Méjico, al oeste el golfo o la bahía de Honduras, i al sur el golfo de Tierra firme. El resto de la costa de América no presenta mas entradas considerables que la embocadura de los rios. Las ondulaciones de este océano son todavia mas notables en la ribera oriental. En la costa del Africa presenta cuatro golfos, el mas notable de los cuales es el de Guinea; pero al llegar al límite norte de ese continente, se abre entre él i la Europa el estrecho de Jibraltar, que da entrada al mas conocido i estenso de los mares interiores, al Mediterráneo por escelencia, que recibió este nombre de los antiguos, porque entónces se ignoraba la existencia de los otros. Es inútil enumerar los golfos i entradas que hace en las costas de Europa, donde rodea dos grandes penínsulas, penetra por dilatados canales, forma el mar Negro i el de Azof, i circunda las costas occidentales del Asia i todo el norte del Africa. Mas al norte todavia, el Atlántico forma el golfo de Gascuña o de Vizcaya, entre la España i la Francia, penetra por el canal de la Mancha, separando la Gran Bretaña de la Francia, i forma el mar del Norte, el Báltico, i los golfos de Botnia, de Finlandia i de Riga, en las costas de la Rusia.

El Océano Indico tiene la forma de un ángulo, cuyo vértice está vuelto hácia el norte. Sus límites son: el Africa al oeste, la Arabia, la Persia i el Indostan al norte, las islas del archipiélago Indico i la Australia al este, i el Océano Antártico al sur. Sus brazos son el mar Rojo, el golfo Pérsico, dos mares mediterráneos que destacan la península de Arabia del resto del continente, i la bahía de Bengala. Como el Pacífico, este océano se cierra al norte, pero sus costas se apartan gradualmente, i lo dejan abierto por el sur.

El Océano Glacial Ártico circunda el polo norte, i está limitado por las costas setentrionales de la América, de la Europa i del Asia. Forma varios mares interiores, los mas notables de los cuales son el mar Blanco, al norte de Europa, el de Kara, entre la Europa i el Asia, i el golfo de Obi en el norte del Asia. Es un verdadero mar de hielo; pero la navegacion es posible en las costas de Europa i de Asia, i aun en ciertos puntos se hace algun comercio. Aun cuando los audaces esploradores de las rejiones polares han probado que hai una comunicacion al norte de la América entre los océanos Atlántico i Pacífico, barreras impenetrables de hielo hacen casi imposible la navegacion.

El Océano Antártico rodea las tierras polares del sur i se estiende hasta el límite del círculo polar. Esta rejion es mui poco esplorada por las invencibles dificultades que oponen los bancos i montañas de hielo. Debemos hacer notar aquí que aunque se supone jeneralmente que existen tierras en los puntos que están situados los polos de cada hemisferio, no hai verdadera seguridad de ello, porque las esploraciones de esas rejiones no han podido comprobarlo, i porque las últimas esploraciones practicadas en el polo norte hacen creer lo contrario. En muchos lugares de las altas latitudes polares es imposible reconocer si las grandes masas de hielo que se encuentran, descansan sobre la tierra firme o se estieden sobre el mar.

4 —Despues de recordar estos hechos, es importante comparar la estension de las costas de cada continente con el área de su territorio. Esta comparacion, indicada por primera vez por e

jeógrafo aleman Ritter, manifiesta en cierto modo las ventajas de cada pais para sus comunicaciones esteriores, esto es, para su comercio i el desarrollo de su industria. Como se comprende, esta comparacion no puede ser rigurosamente exacta, desde que no se conoce perfectamente los datos en que se funda el cálculo. Sin embargo, la avaluacion siguiente no debe alejarse mucho de la verdad, aun cuando para formarla no se ha podido tomar en cuenta numerosas islas que como las Antillas i las que forman los variados archipiélagos que se estienden al oriente i al sur del Asia, son el centro de un gran movimiento industrial i comercial.

			quil. cuad. de sup.
Perímetro de la Europa (con sus islas)	43,000 quilómetros,	o sea 1 por cada 229	
Id. de Asia (sin las islas)	57,753 id.,	o sea 1 por cada 763	» » »
Id. de Africa	20,215 id.,	o sea 1 por cada 1420	» » »
Id. de América del Norte (sin las islas)	48,230 id.,	o sea 1 por cada 407	» » »
Id. de América del Sur	25,770 id.,	o sea 1 por cada 689	» » »
Id. de Australia	14,400 id.,	o sea 1 por cada 534	» » »

Estas cifras revelan que el continente mas favorecido para sus comunicaciones comerciales es la Europa; i que el segundo lugar lo ocupa la América del Norte, aun sin tomar en cuenta las Antillas. El ménos favorecido es el Africa; i aun habria que notar que una gran parte de las costas de este continente es inabordable por la configuracion del terreno, por los desiertos inhabitados i por los climas malsanos. Cuando se comparan estos hechos se encuentra que la prosperidad industrial i comercial de los países tienen una relacion mui íntima con la cofiguracion de sus territorios i con muchas otras circunstancias puramente físicas. Esta misma observacion puede aplicarse a Chile, que, en compensacion de la estrechez de su territorio tiene un vastísimo litoral que le permite desarrollar su industria i su comercio.

CAPITULO IV

Los continentes

La parte sólida del globo no presenta una superficie uniforme. En algunas partes se encuentran llanuras de una inmensa estension, como las sábanas de la América tropical, las praderas de los Estados Unidos, los llanos de Venezuela, las pampas arjentinas, las estepas de la Rusia i de la Tartaria, los desiertos del Africa. Aun las apariencias i las condiciones de estas llanuras varían grandemente. En algunas, como en los desiertos, no existe vejetacion; en otras, la vejetacion es triste i mezquina, como en las estepas; en otras, las plantas crecen en terrenos pantanosos, como en las sábanas; hai algunas que se distinguen por la uniformidad de su suelo i la periodicidad de verdura; i por último, hai otras en que crecen i se agrupan árboles jigantescos, como en las selvas del Brasil.

En otras partes, el terreno pierde esa uniformidad. Se levantan colinas, cerros, i por fin, montañas que elevan sus cimas hasta la rejion de las nubes. En sus costados se estienden otras llanuras ménos regulares i ménos estensas que aquellas de que acabamos de hablar, i que por su elevacion reciben un nombre especial, el de mesetas. En otras partes, las montañas dan lugar por sus aberturas a vastas hondonadas, por donde corren las aguas que se desprenden de lo alto o que se filtran por la tierra: a esos bajíos se les da el nombre de valles.

Estas diversas alternativas de tierras altas i bajas, esas montañas, esos valles, esas llanuras, no tienen por único objeto el recrear la vista de los hombres interrumpiendo la monotonía del espectáculo de la naturaleza. Todas ellas se prestan a usos diferentes i satisfacen diversas necesidades. «En esos valles profundos, dice Fenelon, se ve crecer la fresca yerba que alimenta los ganados. Cerca de ellos se abren vastas campiñas revestidas de ricas mieses. Aquí se elevan colinas como en anfiteatro, i están coronadas de viñedos i de árboles frutales. Allí altas montañas elevan su frente nevada hasta las nubes; i los torrentes que de ellas se desprenden son el oríjen de los rios. Las rocas que muestran sus cimas escarpadas sostienen la tierra de las montañas como los huesos del cuerpo humano sostienen las carnes. Esta variedad forma el encanto de los paisajes, i al mismo tiempo satisface las diversas necesidades del hombre.» Si la superficie de la tierra fuera uniforme en todas partes, los vientos, cuyo curso nada detendria, jirarian al rededor del globo con un movimiento siempre igual: las aguas caerian de una manera uniforme, i no hallando declive para correr hácia el océano, formarian pantanos pútridos. Si los hombres pudiesen existir en una tierra semejante, léjos de encontrar en ellas mayores facilidades para comunicarse entre sí, vivirian como salvajes al rededor de sus lagunas, abrumados por la monotonía de una temperatura mas uniforme, i de un suelo ménos productor.

Aunque los accidentes del terreno en los continentes ofrezcan muchas analojías, la distribucion de las montañas, de las mesetas, de los valles i de las llanuras es mui desigual en todos ellos. Así, por ejemplo, la Europa i la América tienen, en comparacion a sus territorios, mas tierras bajas que los otros continentes.

En medio de esta complicacion estraordinaria del relieve de los continentes, es imposible formarse una idea clara de la masa de las tierras. Los jeógrafos que han estudiado con mucha prolijidad estas diversas cuestiones, han tratado de fijar la altu-

ra media de los continentes. Para dar una idea cabal de lo que se entiende con estas palabras, supondremos que todas las montañas de un pais o de un continente sean arrasadas, i que los materiales se empleen en rellenar las tierras bajas i los valles, de manera que la superficie de esta parte del mundo quede nivelada i convertida en un plano uniforme. La altura de ese plano seria la altura media de ese pais o de ese continente.

Esta operacion, practicada por el cálculo, da los resultados siguientes: Altura media de Europa sobre el nivel de las aguas del mar, 205 metros; de las dos Américas, 285 metros; del Asia, segun los cálculos de Humboldt, 350 metros. No se ha podido determinar la altura media del Africa ni de la Australia; pero, en vista de los datos reunidos, se puede decir, sin temor de equivocarse mucho, que la altura media de todos los continentes sobre el nivel del mar es de 300 metros, cantidad insignificante si se toma en cuenta la estension de nuestro globo. Un pedazo de papel pegado sobre la superficie de una esfera de dos metros de diámetro, produciria una protuberancia comparativamente mayor que todas las montañas estendidas igualmente sobre los continentes de la tierra.

Vamos ahora a estudiar estos relieves de nuestro globo.

---

§ I

Las montañas

1. Idea jeneral de las montañas: denominaciones que reciben sus diversas partes.—2. Oríjen i formacion de las montañas: su antigüedad relativa.—3. Direccion jeneral de las cadenas de montañas.—4. Cadenas principales de Asia i Europa.—5. Id. de África.—6. Id. de América meridional.—7. Id. de la América setentrional.—8. Principales alturas del globo.—9. Destruccion lenta pero constante de las montañas.

1.—Las montañas se presentan sobre la superficie del globo en forma de cadenas, i con ménos frecuencia aisladas. Casi

siempre son estas últimas conos volcánicos, i como tales las consideramos en otra parte. Las primeras aparecen como masas enormes, amontonadas las unas sobre las otras: es un cáos en que todo parece haber sido trasformado i confundido. Del medio de estos grupos se alzan con frecuencia picos mui elevados, i de su base parten en forma de radios cadenas de montañas que se estienden a diferentes distancias. Algunas veces estas cadenas secundarias rivalizan en altura con las montañas de donde nacen, como lo veremos en la descripcion de la cordillera de los Andes. Casi siempre las grandes cadenas van acompañadas de cadenas paralelas o diverjentes, subordinadas a la masa principal. A veces parecen cruzarse i confundirse; i forman grupos o nudos, de donde parten nuevas cadenas, que se dirijen en todos sentidos sin ningun órden determinado. Unas se bajan i se pierden poco a poco en las llanuras; otras unen muchos sistemas de montañas. (1)

Los declives de los dos costados de las montañas no están siempre igualmente inclinados. De ordinario se nota que un lado es mucho mas pendiente que el otro. Algunos jeógrafos creen

---

(1) Debemos definir aquí las voces que se emplean mas frecuentemente al hablar de las montañas, i cuyo significado se confunde de ordinario.

Se da el nombre de *Orografía* a la parte de la jeografía física concerniente a la descripcion de las montañas.

Las *mesetas* son grandes masas de tierra elevada que forman regular mente el núcleo de los continentes e islas, i cuyos declives son ménos rápidos i de mayor estension que los de las montañas. Por el contrario, las montañas tienen pendientes ásperas i mas o ménos escarpadas, cuyas partes mas altas toman diferentes nombres, como los de *agujas*, *dientes*, *formas*, *cilindros*, *picos*, *brechas*, *tajos*, etc. Los *montes* son eminencias ménos elevadas i estensas, ménos quebradas i desiguales que las montañas. Estos mismos caractéres considerados de ménos en ménos, nos dan en una especie de escala las demas eminencias hasta llegar a los llanos: así, despues de los montes siguen los *cerros*, luego las *colinas*, los *collados*, las *lomas*, i los *oteros*, que son las alturas mas pequeñas que presenta la Tierra.

Llamamos *base* o *pié* de una montaña el lugar donde empiezan a separarse del llano; *falda*, la parte mas baja de la pendiente; *laderas* o *costados*,

que la orientacion de una cadena de montañas determina su mayor pendiente; pero los hechos observados revelan que no es posible dar una lei invariable sobre el declive de las montañas. Así, los Alpes son mas rápidos en su descenso a la Italia que del lado de la Suiza. Los Pirineos, la Sierra Morena i las Alpujarras, en España, presentan tambien su costado mas escarpado mirando al sur. La cadena del Himalaya parece obedecer a la misma lei, porque tiene su costado mas pendiente al lado del Indostan i del mar de las Indias. Por el contrario, los montes Atlas, que se levantan en el norte de Africa, presentan su lado mas escabroso al setentrion, es decir al Mediterráneo. Ahora, si se fija la atencion en las cadenas de montañas que se dirijen de norte a sur, se encuentra el mismo antagonismo en los hechos. Los Cévènes, los Vosges i el Jura tienen sus pendientes mayores al lado del este. Por el contrario, en la gran cordillera de los Andes se ve que el costado escabroso mira al

---

toda la estension de la misma, que en algunos lugares de España se llaman *alcores; gola,* todo su contorno sobre los costados; *cumbre,* la parte que descansa sobre la gola; *cima,* la parte que corona la cumbre; i *punto culminante,* el mas alto de la cima. Los costados de las montañas por donde bajan sus aguas se llaman *vertientes.*

Casi todas las montañas forman *grupos* i *cadenas* o *cordilleras* no interrumpidas, que en cada continente se enlazan al parecer con un centro comun. La totalidad de muchos grupos se llama *sistema: nudo* es el punto en donde se reunen varias cordilleras. Estas dan oríjen a *eslabones* o *ramales* que toman el nombre de *estribos, contrafuertes* o *contraviesas* cuando son cortos, abruptos o perpendiculares a la cordillera. Míranse como cadena principal de un grupo o de un sistema de montañas aquellas cuyas laderas o costados vierten mayor caudal de agua, surtiendo grandes rios. Deben distinguirse las montañas que, en vez de elevarse seguidamente hasta la cumbre por una sola pendiente, se encuentran con frecuencia cortadas por gradas o descensos estensos, a los cuales se da el nombre de *mesetas,* como existen en el Cabo de Buena Esperanza. Cuando las montañas que contiene una cordillera son mui altas i estremedalmente escarpadas i peñascosas, se llaman *sierras,* a semejanza de las de carpintero, por presentar en su cresta altos i bajos a la manera de dientes.

Los pasos naturales que presentan las montañas se llaman *desfiladeros, hoces, puertos* i *gargantas* o *cuellos,* si son mui elevados. Hai casos en que

occidente, miéntras que por el oriente el descenso es jeneralmente mas suave. Parece, pues, que los que han pretendido que tal colocacion de las montañas produce tales efectos, no han conocido un número suficiente de hechos para comprender que esas leyes no descansan sobre un fundamento sólido. Arago cree que se tendria una regla ménos sujeta a escepciones, diciendo que las montañas que rodean un mar le presentan su lado mas escabroso.

Reglas análogas se han querido dar para establecer los puntos de una cadena en que se hallan los picos mas elevados; i en efecto se ha dicho que en las que corren de norte a sur, el relieve va aumentando del polo a las rejiones tropicales; pero que las elevaciones mas altas, sin embargo, no estan situadas en el ecuador sino en las inmediaciones de los trópicos. Esta observacion, basada en un estudio lijero hecho sobre la cadena de los Andes, no puede constituir una lei jeneral, i deja sin resolver muchas otras cuestiones. Advertiremos ademas que con frecuencia las mayores alturas de una cadena no se encuentran propiamente en su cordon central, como sucede con el pico de Aconcagua, situado en la vertiente oriental de los Andes de Chile.

2.—Las montañas han sido formadas por dos efectos jeolójicos, provenientes ámbos de una misma causa, el enfriamiento progresivo del globo. El enfriamiento de la masa terrestre, el paso al estado sólido de una parte del núcluo líquido interior, disminuyendo el volúmen de la masa interior, ha hecho dema-

---

el paso tiene una grieta profunda con tajos mui hondos a uno i otro lado: llámanse *quebradas*. A veces están comunicadas por una faja de rocas sobre las cuales puede caminar el viajero: estas comunicaciones se llaman *puentes*; i hai algunos mui notables, sobre todo el de Cedar, en Virjinia, en los Estados Unidos, los dos de Icononzo en Nueva Granada, entre Bogotá i Popoyan, i el del Inca en la cordillera de los Andes, en el camino de Aconcagua a Mendoza.

Todas estas definiciones estan tomadas de la *Jeografía universal antigua i moderna* por don Antonio Sanchez de Bustamante, libro II, cap. III.

siado grande su corteza consolidada. Desde entónces, esta corteza se baja en ciertos puntos i se levanta en otros; produce arrugas, pliegues, protuberancias en la superficie de la Tierra. Estas arrugas i estos pliegues son las montañas o cadenas de montañas. El enfriamiento de la masa interior del globo no ha producido solo arrugas en su corteza: ha determinado tambien hendiduras i fracturas. Las inmensas hendiduras que en ciertos momentos se han abierto en el espesor de la costra terrestre, han sido rellenadas en breve por la irrupcion lenta o súbita de las materias contenidas en el interior, por el granito, los pórfiros, los basaltos, en fin, por las lavas.

Hemos dicho mas atras que despues de la primera formacion de la costra terrestre, comenzaron a formarse los terrenos de sedimento, llamados comunmente estratificados por la disposicion de capas paralelas que toman. El enfriamiento posterior del núcleo ígneo de la Tierra ha producido, como hemos dicho mas arriba, levantamientos mas o ménos sensibles. La parte estratificada de la corteza de la Tierra, por un efecto de su elasticidad, se ha levantado tambien, i en muchas ocasiones ha quedado cubriendo la totalidad de la protuberancia. Pero cuando este levantamiento ha sido mas considerable, las materias fundidas del interior de la Tierra, rompiendo tambien muchas veces la parte estratificada de la corteza, se ha levantado mas arriba; i solidificándose con el contacto del aire, ha formado las enormes rocas graníticas que constituyen las cimas de las montañas. Así vemos en muchas cadenas de grandes montañas que sus cimas son formadas por un macizo de rocas eruptivas, miéntras que sus costados i sus faldas son constituidas por las capas sedimentarias dislocadas. Así tambien se puede esplicar la presencia de las conchas en la cima de las mas altas montañas, sin suponer que el mar las haya cubierto durante su elevacion actual. Baste decir que esas montañas, saliendo del seno de las aguas, han solevantado con ellas a tres o cuatro mil metros de altura los terrenos depositados por el mar i que cubrian los puntos donde se elevaron. Al atravesar las capas de

una naturaleza diversa depositada por los mares, las rocas eruptivas han dejado en su trayecto las pruebas mas manifiestas de la temperatura que poseen al llegar a la superficie de la Tierra. Las calcáreas, las arcillas, las areniscas se han trasformado bajo la accion del calor i se han convertido en otras sustancias, en mármol, en cuarzo, etc.

El estudio de todos estos fenómenos ha llevado a la ciencia a reconocer que todas las montañas de la Tierra no son conteporáneas, que unas son mas modernas i otras mas antiguas; i para ello le ha bastado examinar atentamente los terrenos sedimentarios que forman sus laderas i a veces su cima. Hemos dicho que el exámen de los terrenos de sedimento, el estudio de los fósiles que éstos contienen, son la base de las nociones que la jeolojía tiene sobre las antiguas revoluciones del globo. Aplicando estos principios, la ciencia ha podido afirmar con toda certidumbre que la montaña del Jura en Francia, estaba ya levantada cuando en el fondo del mar se depositaban los materiales que debian formar en parte los Pirineos; i que a su turno los Pirineos elevaban sus cumbres en los aires, cuando los Alpes yacían todavia en los sedimentos del mar. Todo hace creer que el solevantamiento de los Andes es mui posterior al de aquellas montañas. En Chile la cordillera de la costa que recorre la mayor parte del territorio de norte a sur, en un sentido paralelo a la gran cadena de los Andes, parece mucho mas antigua que esta última.

De esta clasificacion de las montañas por órden de antigüedad resulta, pues, que los sistemas mas antiguos son en jeneral los mas bajos. M. Elie de Beaumont, uno de los mas grandes jeólogos de nuestra época, i a quien este ramo de la ciencia debe los mas importantes servicios, sostiene que las montañas de la misma edad tienen, en Europa a lo ménos, que es el único continente que ha podido observar por sí mismo, direcciones jeneralmente paralelas, de tal suerte que las fuerzas subterráneas han manifestado su poder en cada solevantamiento, en bandas mas o ménos anchas, i han dejado sus huellas en cres-

tas dirijidas en el mismo sentido. El conjunto de montañas paralelas, que agrupa así una identidad de edad jeolójica se ha llamado un sistema de solevantamiento. Si las observaciones posteriores practicadas en todos los puntos del globo, llegaran a comprobar la verdad de esta hermosa teoría, el estudio de las montañas se enriquecería con una clasificacion tan importante como sencilla.

3.—Faltos de un guia tan seguro para clasificar los sistemas de montañas como el que ofrecería la ley propuesta por M. de Beaumont, los jeógrafos han tratado de distribuirlas en órdenes o sistemas, atendiendo a la disposicion jeneral de los cordones principales i de las ramas que de ellos se desprenden. Es evidente que este plan seria excelente si todas las montañas estuvieran dispuestas como los Urales, que separan la Europa del Asia por medio de un cordon que solo tiene lijeras ramificaciones, o como los Pirineos, de los cuales dependen solo los montes que se alzan en la península española. Pero en la jeneralidad de los casos, esa clasificacion es mucho mas difícil. En algunos lugares, es verdad, las montañas forman cadenas sencillas i compactas: en otros se desligan en ramas diversas. En unos puntos, estas ramas llevan una direccion paralela a la cadena principal: en otros la interceptan i la cortan, formando ángulos mui variados. En algunas comarcas, como sucede en el Asia, casi todas las montañas se relacionan entre sí, i parecen nacer de un nudo central que les es común. En otras, la cadena principal corre en una línea inmediata i paralela a la costa, i entónces son sus ramificaciones las que se internan en los continentes. Estas disposiciones tan diversas i variadas, esos agrupamientos de cadenas que parecen ligarse todas entre sí, son la causa de que la clasificacion de las montañas en sistemas independientes sea un trabajo mucho mas difícil de lo que parece a primera vista. Ademas, esta dificultad será mucho mayor si se toma en cuenta la antigüedad de las diversas montañas.

El célebre naturalista francés Buffon fué el primero que

observó que las principales cadenas de montañas del viejo mundo siguen mas o ménos la direccion de los círculos paralelos al Ecuador, i que las del nuevo mundo tienen la direccion de los meridianos (1); pero en ámbos hemisferios, muchas de las cadenas secundarias siguen una direccion inversa de las cadenas principales. Si se distribuyen las cadenas del globo en estas dos clases, es fácil observar en el exámen de una carta orográfica que las mas numerosas son las que se extienden de este a oeste. Obsérvese además que estas cadenas se multiplican al aproximarse a la rejion ecuatorial, formando al globo un ancho cinturon de montañas.

4.—La identidad de direccion observada en las montañas del Asia i de la Europa, es un hecho digno de fijar la atencion. Desde los confines orientales del Asia que bañan las aguas del Océano Pacífico, se estienden diferentes cadenas, muchas de las cuales, aunque interrumpidas por llanuras i por mares interiores, parecen continuarse hasta las estremidades occidentales de la Europa. La direccion de las del Altai, del Tian-Chan, del Kuen-Lun, i del Himalaya es sensiblemente la misma que la del Cáucaso i del Tauro; i pasado los mares que cortan a éstos, se vuelve a encontrar en Europa la misma direccion en las cadenas de los Cárpatos, de los Alpes i de los Pirineos. En las cadenas secundarias se observa jeneralmente una direccion característica de norte a sur, que forma la escepcion del órden de las principales. Estas constituyen, por decirlo así, la espina dorsal de las principales penínsulas, como la montaña central de Kamtchatka, las que recorren la Corea, la Cochinchina i Málaca, los Gates en el Indostan, las cadenas que se alzan en la Persia, la Arabia i la península turco-griega, los Apeninos

(1) Cuando Buffon escribia, el Africa no habia sido explorada, i solo se conocian las montañas septentrionales que corren de este a oeste, como el Atlas. Aunque falta mucho todavia para que la exploracion de este continente suministre una nocion exacta de su orografía, puede decirse, con todo, que parece dominar en él las cadenas que se extienden de norte a sur, como las del nuevo mundo.

en la Italia i los escandivanos en la Suecia. Otra cadena que forma escepcion a aquella regla es la de los montes Urales: estiéndese desde la rejion del norte del mar de Aral hasta el golfo de Kara, i forma así un muro aislado, de poca elevacion en medio de las llanuras septentrionales, i constituye la única division entre la Europa i el Asia.

Esas vastas cadenas de montañas que, por sus numerosas ramificaciones, se encuentran i se cruzan en el centro del Asia, dan a la superficie de este continente un aspecto particular que ofrece muchas mesetas reunidas. Una de ellas, la de Pamer, situada al norte de Cachemira i de Cabul, puede ser considerada como el nudo central de las montañas asiáticas. De su parte sur arranca la cadena del Himalaya, que se estiende al norte del Indostan, elevando a las nubes los picos mas altos del mundo.

5.—Las esploraciones practicadas en el continente africano no bastan todavia para dar a conocer sus cadenas de montañas. Se han esplorado los montes Atlas que corren por la parte noroeste del continente en direccion paralela al Mediterráneo. Se conocen imperfectamente las montañas de Abisinia, inmediatas al mar Rojo; las de la Luna, que corren mas al sur; las de Lupata, llamadas sin fundamento alguno el espinazo de la Tierra, i que se estienden cerca de la costa oriental a la altura del trópico de Capricornio; las Nevadas (Snowy) al norte del cabo de Buena Esperanza; i las de Kong, que corren paralelas al golfo de Guinea. Las otras cadenas de montañas, aunque esploradas algunas veces, no han sido suficientemente reconocidas.

6.—Las montañas de la América han sido mucho mejor estudiadas. La cadena de los Andes, tan notable por su enorme prolongacion de mas de 7,000 quilómetros i por la grande altura de sus picos en un espacio de cerca de 50 grados de lonjitud, es ménos regular de lo que parece a primera vista. Nace en la estremidad meridional de la América i casi podria decirse es la isla de la Tierra del Fuego, en donde hai una altura, el monte

Sarmiento, bastante elevado (2,106 metros). Siguiendo paralelamente la prolongacion de la costa occidental del continente, va elevándose gradualmente hasta que entre los 33 i los 31 grados se alzan dos cimas jigantescas, el Tupungato (6,710 metros) i el Aconcagua (6,834 metros) (1), la cima mas alta de toda la cadena. Desde este punto nacen algunas serranías que se estienden hácia el lado oriental, miéntras por el occidente se levanta otra cadena mucho mas baja que corre a lo largo de la costa de Chile, i que debe considerarse como una cadena aparte. Mas al norte, esas ramificaciones orientales se aumentan, pero en el grado 22 de latitud, cuando la cordillera se inclina al noroeste, siguiendo la direccion de la costa, se desprende una verdadera cadena de montañas elevadas, con el nombre de Cordillera Real, que va a formar al oriente la gran meseta de Bolivia, i levanta dos picos, el Illimani (6,445 metros) i el Nevado de Sorata (6,487), que hasta hace poco se consideraban las mas altas montañas de la América. Al norte del lago Titicaca, las dos cadenas se unen por un contrafuerte trasversal, pero continúan desarrollándose en la direccion noroeste paralelamente a la costa. Aunque la cordillera oriental esté abierta en muchos puntos por los rios tributarios del Amazonas, es fácil reconocer su direccion jeneral. Al fin, las dos cordilleras se unen en el nudo de Pasco, un poco al norte de Lima; pero luego los Andes se dividen en tres cadenas, dos de las cuales van a perderse hácia el oriente. Mas al norte todavia, en Loja, la cordillera se divide de nuevo en dos filas paralelas de cimas nevadas, en medio de las cuales se alza la magnífica meseta del Ecuador,

---

(1) Hasta hace pocos años se creia que el Aconcagua era un volcan apagado. El señor Pissis, que ha medido su altura, reconoció que esa creencia era un error sin fundamento alguno. Los jeógrafos, sin embargo, han seguido llamándolo volcan. En la obra de M. Figuie, titulada *La terre et les mers*, mui estimable bajo muchos conceptos, está dibujado el Aconcagua arrojando humo como los volcanes.

Es singular que esta montaña tan elevada sea formada de capas estratificadas hasta su cima.

entrecortada a su vez por macizos trasversales. Esta es la rejion de los grandes volcanes, del Chimborazo (6,530), del Cotopaxi (5,753) i del Pichincha, mucho mas bajo que los anteriores. Al norte del Ecuador las dos cadenas se unen para formar el macizo de la estensa meseta de Pasto; pero en el grado 2 de latitud norte se forman tres cordilleras distintas que no vuelven a unirse. La occidental sigue su curso cerca del océano i va a perderse en el golfo de Darien. La central corre al occidente del rio Magdalena; miéntras la oriental, conocida con el nombre de Suma Paz, encorvándose al este de la meseta de Bogotá, va a dividirse en otras dos cadenas, una de las cuales termina en las inmediaciones de Maracaibo, bajo el nombre de Sierra Negra; al paso que la otra, complicadamente ramificada, se estiende hasta Venezuela, separa la rejion de la costa del pais de los llanos i va a perderse en un promontorio en la embocadura del Orinoco. Al lado de éstas, las otras montañas de la América meridional son casi insignificantes. Citaremos solo las de Parima, que se alzan entre el Orinoco i el Amazonas, i las diversas cadenas del Brasil, que corren de norte a sur, mas famosas por sus riquezas en oro i piedras preciosas que por su elevacion.

7.—Se puede decir que la gran cadena de los Andes termina en el límite norte de la América meridional. La pequeña cadena de Veraguas, que recorre la parte interior de la América central i cuyas ramificaciones se estienden por la rejion del istmo, no forma en realidad parte de los Andes. Montañas aisladas de oríjen volcánico constituyen la orografía de la América central; pero en las dilatadas rejiones setentrionales del nuevo continente se encuentran sistemas perfectamente regulares en una vasta estension. Las montañas Rocallosas comienzan en las playas del océano Artico i se prolongan en direccion suroeste en una línea de que se desprenden algunas ramificaciones. Antes de llegar al territorio mejicano se dividen en dos, que forman la hermosa meseta de Méjico, cerrada al oeste por la cadena que toma el nombre de Sierra Madre, i al este por la

Sierra de Potosí. Estas cadenas van a confundirse en Guatemala con las montañas volcánicas que allí se elevan. Mas al occidente i casi paralela a la costa del Pacífico i en la misma direccion, corren otras cadenas conocidas con el nombre de Montes de la Cascada, i mas al sur con el de Sierra California, que va a perderse en la península de este nombre. A espalda de esta cadena i en los grados 35 i 45 de latitud norte corre otra mas formidable todavía, que lleva el nombre de Sierra Nevada, que forma con la primera una elevada meseta, i en cuyas faldas están los famosos lavaderos de oro. Fuera de éstas existen en la América setentrional dos cadenas de montañas que debemos mencionar: Los Ozarkes, que se elevan al oeste del Mississipi, i los Apalaches, que corren al este de los Estados Unidos, en una direccion casi paralela a la costa del Atlántico.

En Australia solo se ha esplorado la cadena de montañas de la costa oriental, conocida con el nombre de Montes Azules. Parece que el resto de la isla no contiene ninguna cordillera algo elevada.

8.—Terminaremos esta sumaria descripcion de las principales cadenas de montañas con una enumeracion de las alturas mas elevadas que se han observado en ellas (1).

---

(1) La mayor parte de estas medidas están tomadas del *Anuaire du bureau de longitudes*, Paris, 1869, publicación importantísima por los datos numéricos que contiene.

Conviene advertir que muchas de estas cifras no descansan en medidas jeométricas; son solo el resultado de cálculos mas o ménos rigorosos. Así vemos que esa misma publicacion ha modificado en los años posteriores algunos de esos datos dando, por ejemplo, mayor elevacion que el Aconcagua a cuatro puntos culminantes de la cordillera de los Andes, Illampou (7095), Sáhama (7015), Lirima (7010), Ilimani (6855). No creo, sin embargo, que ninguna de estas alturas haya sido sériamente medida en los últimos diez años, i por tanto, pienso que esas cifras son el resultado de un cálculo mas o ménos considerable. La misma oficina de lonjitudes lo ha declarado así; i en su *Anuaire pour* 1881 ha rectifi-

AMÉRICA

	Metros
Aconcagua (Chile)	6834
Sahama (entre el Perú i Bolivia)	6812
Tupungato (Chile)	6710
Volcan Chimborazo (Ecuador)	6530
Nevado de Sorata (Bolivia)	6487
Illimani (Id.)	6445
Juncal (Chile)	5995
Volcan Antisana (Ecuador)	5833
Volcan Cotopaxi (Ecuador)	5753
Pichu-Picho (Arequipa, Perú)	5670
Llullaillaco (Chile)	5600
San Elías (América rusa)	5443
Volcan Popocatepelt (Méjico)	5250
Volcan Purace (Nueva Granada)	5184
Volcan de fuego (Guatemala)	4470

EUROPA

Elbrouz (Cáucaso)	5642
Monte Blanco (Francia)	4815
Rosa (Alpes)	4636
Cerviro (Alpes)	4502
Finster-Aar-Korn (Suiza)	4362
Jun-Frau (Suiza)	4180
Maladetta (Pirineos)	3404
Etna (Sicilia)	3237
Echardagh (Pirineos)	3120
Ruska Poyana (Cárpatos)	3021

ASIA

Everest o Gaurisankar (Himalaya)	8840
Kinchin-Junga (Himalaya)	8582
Dhawalajiri (Himalaya)	7176
Thamaulari (Himalaya)	7298
Bokhpa-Oola	5847
Ararat (Armenia)	5155
Volcan Pechan (Cadena de Thian-Chan)	4290
Foussi-na-yama (Japon)	3793
Bolanka (Altai)	3372

ÁFRICA

Kilimandjaro (África ecuatorial)	6096
Gojau (Abisinia)	4600
Cameros (Guinea)	3870
Pico de Tenerife (Canarias)	3710
Ambostimenos (Madagascar)	3507
Nienweld	3408
Punta de la isla de Borbon	3067

OCEANÍA

Pico de Nueva Guinea	4872
Mauna-Roa (Hawai)	4838
Ofir (Sumatra)	3950
Sameron (Java)	3729
Volcan Erebus (Tierra Victoria, tierra polar del sur)	3700
Volcan Gounong-Dombo (Sumatra)	3656

---

cado algunas de estas últimas medidas, volviendo a aceptar las que habia dado en años anteriores.

La palabra *latitud,* que emplean frecuentemente los jeógrafos para designar la elevacion de las montañas, las mesetas, etc., es perfectamente sinónima de *altura.* Nosotros empleamos con preferencia esta última palabra.

9.—Esas formidables cadenas de montañas que nos parecen eternas e inalterables, se bajan poco a poco desde que ha cesado la fuerza que las hizo levantarse, de tal suerte que tarde o temprano los Andes i el Himalaya serán simples filas de Colinas como tantas otras cadenas mas antiguas que tambien pudieron ser llamadas la espina dorsal del mundo. Algunos jeólogos creen que el solevantamiento de una cadena de montañas ha debido dejar en el interior de la corteza terrestre grandes cavernas subterráneas cuyas bóvedas, por el efecto natural de la pesantez, están espuestas a desequilibrio, a hundimientos parciales, acompañados de conmociones del suelo, i seguidos por consiguiente del bajamiento de sus cimas.

Pero no hai necesidad de esta hipótesis para esplicarse el desgaste contínuo de las montañas. Los hombres que viven en sus faldas o al pié de ellas han podido observar la frecuente caida de materiales que se desprenden de sus cimas i de sus costados. Ordinariamente, las materias desprendidas caen en pequeñas porciones i no causan daño alguno; pero a veces constituyen un fenómeno aterrador. El mas lamentable de que haya recuerdo es el del monte Rosemberg, muchas veces descrito. «Despues de una estacion mui lluviosa que habia cambiado las capas de arcilla en lechos de barro, dice M. Favre, el 2 de setiembre de 1806 los habitantes del valle de Goldau, en el centro de la Suiza, oyeron un violento crujimiento que bajaba de las alturas vecinas. Las capas superficiales del Rosemberg, desprendidas de la montaña en una estension de 4 quilómetros, i con un espesor de 32 metros, se deslizaban sobre sus costados, cargadas con sus bosques, sus praderas, sus casas i sus habitantes, i se abismaban en el valle con formidable estrépito. En cinco minutos desaparecieron los valles de Goldan i de Busingen. Se habian desprendido de la montaña mas de 50,000 metros cúbicos de rocas, de fango i de guijarros. Cinco aldeas con sus habitantes fueron sepultadas bajo esta avalancha de piedras.» En las cordilleras de los Andes han

ocurrido muchas veces fenómenos de esta naturaleza, aunque ménos desastrosos.

Sin embargo, estas espantosas caidas de rocas no son mas que fenómenos de segundo órden, comparativamente con los resultados que produce la accion lenta pero incesante de los ajentes atmosféricos, de las nieves, de los hielos i de las aguas. Ellas desgastan poco a poco, pero sin descanso, las cimas de las montañas, trituran sus rocas, hacen hendiduras en sus costados, abren valles estensos i profundos; i los torrentes que se desprenden de sus alturas arrastran cada dia, cada hora, una gran cantidad de materiales que van depositando en su curso, que fertilizan las tierras que bañan i que riegan, i que van a formar las barras de ciertos rios o las tierras bajas que con el nombre de *deltas* construyen en la embocadura de otros. Este trabajo incesante modifica mas la configuracion de los continentes que la accion de los mas grandes terremotos; es perceptible a las observaciones de una sola jeneracion, i nos esplica un gran número de revoluciones jeolójicas. «El barro desprendido de los Andes, dice un célebre jeólogo, ha formado las pampas americanas.»

En efecto, mediante este trabajo incesante, que se cuenta por períodos jeolójicos i que se continúa a nuestra vista, las montañas se destruyen i se bajan para que con sus despojos se formen nuevas tierras. «Son los restos de sus rocas, dice el jeólogo ingles Geikie, lo que ha formado nuestro suelo, mezclando los restos de plantas i de animales. Sin esta descomposicion de las rocas de las montañas en tierra vejetal, tal tierra no estaria, como está, cubierta de verdura. A las puertas de Santiago tenemos un ejemplo elocuente de este órden de transformaciones. El llano de Maipo era, hace 60 años, un campo cuya superficie formada de cascajo era casi enteramente inútil para el cultivo. Las aguas del rio del mismo nombre, convenientemente distribuidas por los riegos, lo han cubierto con una capa de terreno arcilloso que se engruesa cada año i que hoi constituye una de las por-

ciones mas fértiles de nuestro suelo. I sin embargo, pocas son las personas que al admirar esos prados de verdura, recuerdan que son la obra de una gran revolucion jeolójica, de la destruccion lenta pero constante de la cordillera de los Andes.

---

§ II

Las mesetas (1)

1. Configuracion de las mesetas.—2. Mesetas de Asia.—3. De Europa.—4. Del Africa.—5. De América.—6. Altitud de algunos pueblos situados en las mesetas.

1.—Se da el nombre de meseta a ciertas masas de terreno mas o ménos llano, cuya altura es superior a las comarcas que las rodean, i cuya estension suele ser mui considerable. Las porciones de tierra que denominamos llanos, no son mas que las cimas estendidas de montañas cuyas bases están en el fondo de los mares. Cada llanura es, pues, con relacion al mar, una verdadera meseta.

Las mesetas son formadas por las montañas, a veces por el agrupamiento de varias cadenas que se juntan constituyendo en su núcleo una llanura mas o ménos estensa; a veces por solevantamiento de los terrenos intermediarios entre dos cadenas, i a veces tambien por los costados de las montañas que descienden gradualmente i presentan en sus faldas grandes porciones regulares de terreno jeneralmente plano. Su superficie no siem-

(1) Como hemos visto mas atras, en español se llaman *mesas* las masas de sierras bastante elevadas que forman el núcleo de los continentes i de las islas, de donde se desprenden las cadenas de montañas, i *mesetas* las gradas o descansos estensos de las montañas. En el uso comun se confunden estas dos palabras. En esta seccion vamos a hablar de ámbas clases de elevaciones, designándolas con el nombre jenérico de mesetas.

pre es uniforme i regular, así como sus límites no son siempre cortes rápidos i accidentados.

A consecuencia de su elevacion sobre el nivel de los mares, i por causa que esplicaremos mas adelante, el clima de las mesetas es mucho mas frio que el de las comarcas que se estienden en las llanuras inferiores bajo la misma latitud. En las rejiones tropicales de América, las numerosas mesetas que se elevan a alturas considerables, poseen un clima benigno i disfrutan de casi todos los productos de las rejiones templadas.

2.—Ningun continente ofrece mesetas mas elevadas, mas numerosas i mas estensas que el Asia. El centro de este continente, atravesado por cuatro inmensas cadenas de montañas, sostiene vastas llanuras que tienen 1,000 i 2,000 metros de elevacion. El principal grupo de mesetas nace en el punto de union de las grandes cadenas de montañas que desde las rejiones situadas al norte del Indostan se distribuyen por toda el Asia. Esa inmensa meseta, casi igual a la Europa en estension, se dilata hácia el noreste i comprende una gran parte de la Tartaria China o Mongolia i todo el Tibet. Su altura varía mucho en toda su estension; pero alcanza en algunos puntos a 3,000 metros. El interior de este vasto recinto es cortado por numerosas cadenas, las mas altas de las cuales, las de Kuen-Lun al sur, i las de Thian-Chan al norte, paralelas al Himalaya i al Altai, dividen su suelo en varias rejiones. La mas meridional de éstas es el pais del Tibet, que alcanza en algunos puntos hasta 5,000 metros de elevacion. La posicion central de esta meseta está ocupada por el gran desierto de Gobi. Una vasta parte de ella, ademas, con escepcion de algunas localidades privilejiadas, está ocupada por llanuras áridas i frias, que no permiten un cultivo regular i que reducen a sus habitantes a llevar una vida nómade i aventurera. En la mayor parte de su circuito, esta enorme fortaleza central de las mesetas del Asia es casi inaccesible por su formidable cintura de montañas, de nieves i de desiertos.

Al suroeste de esa gran meseta, i desprendiéndose del mismo

punto central de las montañas del Asia, se estiende otra mucho mas reducida por su estension, pero que comprende, con todo, el Afganistan i la Persia. Al apartarse de las montañas, su altura pasa de mil metros pero sufre una depresion gradual al avanzar hácia el sur. Este territorio, que en gran parte es compuesto de desiertos, no está, sin embargo, encerrado i casi sustraido a toda comunicacion como la gran meseta oriental. El Asia menor es tambien una meseta de poca elevacion, formada por las dos cadenas del Tauro, así como la mayor parte del Indostan debe considerarse como una meseta formada por las dos cadenas de los Gates.

3.—Aunque las mesetas de Europa son insignificantes cuando se las compara con las dos del Asia de que acabamos de hablar, ofrecen en su disposicion una simetría semejante. Aparte de la estrecha meseta de la Noruega meridional, las otras están situadas al sur del continente i limitadas por un lado por una cadena de montañas. Al oeste está la meseta de España, con una altura media de 300 a 400 metros, i apoyada en los Pirineos. En el centro se levanta la meseta de Baviera, que descansa por el sur en los Alpes de la Suiza. Al este se halla la meseta de la Turquía, que nace en la parte meridional de los montes Balkanes. De manera que de estas tres mesetas, como lo observa Ritter, la del medio se estiende al norte de un sistema de montañas, miéntras que las otras dos, situadas en los estremos, se encuentran al sur de la cadena que le sirve de apoyo.

4.—Lo que se sabe acerca del interior del Africa permite creer que una gran parte de este continente es formada por una meseta de poca elevacion; i en efecto, los reconocimientos hechos nos han revelado la existencia de altas llanuras. En la rejion de los lagos en que nace el Nilo, la elevacion alcanza solo a 1,300 metros; miéntras que en las mesetas de Marruecos i de la Arjelia la altura es aun menor. Solo en Etiopia se encuentran llanuras elevadas a 2,700 metros. Considerado en su conjunto, el continente africano, el ménos conocido de todos, i el

que habitan los pueblos mas bárbaros, no ofrece para su esploracion obstáculos comparables a los que presentan los altos macizos del Asia central i las elevadas cadenas de los Andes.

5.—Con escepcion de las mesetas secundarias de los Apalaches, de las Guayanas i del Brasil, todas las tierras elevadas del continente americano están comprendidas entre las ramificaciones de las cadenas de montañas que se alzan en las inmediaciones de la costa del Pacífico. La meseta de Utah es un vasto territorio cercado por macizos de rocas, i que limitan por un lado las montañas Rocallosas i por el occidente la Sierra Nevada de California. Mas al sur se estienden otras mesetas, las de Nuevo Méjico, Arizona, Chihuahua i Sonora; pero luego se eleva la de Anahuac, la mas hermosa i pintoresca de todas, donde se levanta la ciudad de Méjico, rodeada de bosques i de jardines. Al lado de ella, son estrechas las mesetas que se estienden en la América central, apoyándose en filas de montañas volcánicas en su mayor parte.

Despues del istmo de Panamá comienzan las grandes mesetas formadas por la enorme cadena de los Andes. En todos los puntos en que se divide, esta cadena abraza entre sus cordones una meseta de 2 i hasta de 4,000 metros de elevacion. En Colombia se hallan las de Pasto, de Antioquía i de Cundinamarca, donde se alza Bogotá. En Venezuela, un cordon que se estiende hácia el oriente va a formar la meseta en que se levanta Carácas. Mas al sur, los Andes que se separan para reunirse en breve, i volverse a abrir, como lo hemos dicho al describir la cordillera, encierran con sus crestas nevadas las mesetas de Quito, de Pasco, de Cuzco i de Bolivia, de las cuales la primera i la última son las mas hermosas i las mas estensas. La última, ademas, encerrada por todas partes, contiene el estenso lago de Titicaca, vasta porcion de agua estendida a la enorme altura de 3,915 metros sobre el nivel del mar.

Estas mesetas de la América tropical disfrutan de un clima sano i templado, poseen importantes ciudades i fueron en otro tiempo el centro de la primitiva civilizacion de los pueblos in-

díjenas. Anahuac, o Méjico i el Cuzco eran, como se sabe, las capitales de los imperios poderosos i semi-civilizados.

6.—Para que se comprenda mejor la elevacion prodijiosa de algunas de las mesetas del globo, nos ha parecido conveniente señalar aquí la altura sobre el nivel del mar de algunas poblaciones que se encuentran en ellas (1).

	Metros		Metros
Claustro budista de Hanle (Tibet)	4593	Cuzco (Perú)	3468
Apo, casa de posta (Perú)	4382	Tupisa (Bolivia)	3050
Tacora (aldea del Id.)	4173	Chuquisaca (Id.)	2844
Potosí (Bolivia)	4161	Cochabamba (Id.)	2548
Antisana (Ecuador)	4101	Arequipa (Perú)	2393
Puno (Perú)	3923	Quito (Ecuador)	2908
Chucuito (Bolivia)	3870	Bogotá (Nueva Granada)	2661
Oruro (Id.)	3796	Cuenca (Ecuador)	2633
La Paz (Id.)	3726	Méjico	2277
Leh o Ladak (Tibet)	3500	Pastos (Nueva Granada)	2615
		Popayan	1775

Estas alturas, en que el hombre vive rodeado de sus comodidades, parecerán mas sorprendentes todavia si se considera que en Europa la residencia mas elevada que existe es el hospicio de San Bernardo, en los Alpes, a 2,474 metros sobre el nivel del mar. Allí son socorridos los viajeros desamparados, a quienes el frio horrible de las altas rejiones pone con frecuencia en las puertas de la muerte. Mas adelante, al hablar de la temperatura del globo, esplicaremos la razon de este contraste singular.

---

(1) Casi todos estos datos son tomados del *Annuaire du bureau des longitudes pour l'an* 1869; pero debemos advertir que en los años posteriores esta misma publicacion ha introducido algunas lijeras modificaciones en estas cifras.

M. Jourdanet ha reunido un gran número de cifras de alturas de los lugares habitados del Asia en los capítulos II, III i IV de la II parte de su libro titulado *Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme*. Sin embargo, conviene advertir que no siempre las medidas que se dan son de una rigorosa exactitud, i que solo pueden tomarse como mui aproximativas.

§ III

Los valles

1.—Los valles, su configuracion i sus diversas especies; Thalweg.— 2.—Pasos i desfiladeros

1.—Se da el nombre de valle a ciertas depresiones del terreno entre dos montañas, dos colinas o dos mesetas inmediatas. Toman el nombre de cañadas cuando son angostos i poco profundos. La forma i el oríjen de estas depresiones son sumamente variados. A veces los valles son mui estrechos, i parecen simples hendiduras del terreno; en otras se ensancha i forman llanuras considerables.

Si se considera su oríjen jeolójico, es menester distinguir los valles de hundimiento, de abertura o de rompimiento, de separacion i de desgaste o erosion. Los primeros son debidos a los terremotos, i consisten en una depresion gradual de una parte de una llanura, en donde se ve que todas las capas de terreno siguen la misma ondulacion. Los segundos, debidos igualmente a los terremotos, son formados por la ruptura de muchas capas de terreno, que se corresponden en las paredes separadas. Los terceros, son formados por el solevantamiento de una masa eruptiva que rompe los terrenos estratificados sin salir a la superficie, i forma una especie de prominencia abierta en el medio. Por fin, los últimos son formados por la accion destructiva de las aguas que dejan descubiertas las capas inferiores del suelo, llevándose las capas superiores (1). Los grandes valles, sin embargo, son formados por la depresion natural del terreno en medio de dos cadenas de montañas.

(1) Hai todavia otros valles formados en los costados de las montañas por resbalamiento de una o varias capas estratificadas, que, deslizándose por efecto de la gravitacion, dejan entre ellas i las capas en que descansaban un verdadero valle.

Los jeógrafos hacen otra distincion entre los diferentes valles, segun la disposicion que tienen respecto de los sistemas de montañas. Se llaman lonjitudinales los que se dilatan entre dos cadenas de montañas porque siguen la prolongacion de esas dos cadenas. Las tierras bajas i llanas que en Chile se estienden desde el cordon denominado Chacabuco hasta el golfo de Reloncaví, encerradas entre la cordillera de los Andes i el cordon de serranías de la costa, es uno de los valles lonjitudinales mas estensos, mas hermosos i mas ricos que existen. En Africa se encuentra el famoso valle del Nilo, mui estrecho en el alto Ejipto, pero que se abre i se dilata así que avanza al norte. Es tambien mui célebre el hermoso valle de Cachemira, que se estiende al norte de la parte mas occidental de la cadena del Himalaya. En Europa podríamos citar dos valles lonjitudinales, uno por donde corren los rios Ródano i Saona, i el otro regado por el Rhin.

Se llaman valles trasversales los que son formados por dos ramas laterales de una cadena de montañas, i que por tanto son perpendiculares a éstas. En jeneral, estos valles son mucho mas estrechos. En la rejion del norte de Chile se encuentran algunos valles trasversales formados por los ríos que se desprenden de los Andes: nos bastará citar los de Copiapó, el Huasco, Elqui, Choapa, etc. Toda la rejion de la costa del Perú está entrecortada por valles de esta naturaleza, que forman i riegan los rios que bajan de la cordillera.

Los grandes valles ofrecen frecuentemente, sobre todo en su oríjen, otros valles pequeños i secundarios, formados por las irregularidades i entradas de las montañas. En el lenguaje comun se les denomina cajones. En las inmediaciones de Santiago existen varios de esta naturaleza: por ejemplo el cajón de Maipo.

Casi todos los valles grandes o pequeños tienen en su oríjen una forma semi-circular. Algunas veces, esta conformacion se extiende a todo el valle, esto es, tiene el contorno de un círculo dentro del cual se detuvieron sin duda las aguas de las

montañas, constituyendo un lago, que al fin se abrió paso por entre las alturas que lo encerraban para formar el terreno seco que al presente ofrece el valle.

Despues de lo que hemos dicho, podemos representarnos los valles como una cavidad dispuesta en sentido inverso a las montañas, es decir, miéntras éstas presentan una ondulacion convexa, los valles ofrecen otra cóncava. Así como aquellas tienen un cordón que indica su línea mas alta, así los valles ofrecen en opuesto sentido una línea análoga que sigue la direccion del fondo del valle en toda su lonjitud. Se le da el nombre de *thalweg*, de una palabra alemana que significa «camino del valle.» Como es fácil comprender, la corriente del agua que riega un valle ocupa siempre el thalweg; i en los grandes valles es el lecho de los rios.

2.—Ciertos valles, sobre todo los que están situados en las grandes alturas, en lugar de ensancharse i confundirse gradualmente con las llanuras vecinas, están rodeados por todas partes por las montañas que le sirven de cintura i cierran su entrada, de manera que no les dejan libre mas que un estrecho pasaje, llamado *puerta o desfiladero*. Los antiguos daban a estas estrechuras el nombre de puertas de las naciones, porque frecuentemente esos valles servian de entrada a un estado defendido por una cadena de montañas. De este número son las puertas de Iso, célebres por la victoria de Alejandro el Grande contra Darío, rey de Persia; i las de Termópilas, mas famosas aun por el sacrificio de Leonidas i de los trescientos espartanos. Algunos de estos desfiladeros ofrecen un espectáculo que llena de admiracion al que los atraviesa; i se citan al efecto algunos sitios de la cadena del Himalaya, de los Alpes i de otras montañas que encierran una magnífica grandiosidad; però los que han atravesado la cordillera de los Andes han podido contemplar los pasajes mas sorprendentes que es posible ver. En algunos puntos los desfiladeros están cerrados por dos murallas que a veces tienen hasta mil quinientos metros de altura.

§ IV

Llanuras i desiertos

1.—Idea jeneral de los llanos.—2. Llanuras de Europa.—3. Llanuras del Asia; las estepas; la Siberia.—4. Llanuras del Africa; los grandes desiertos.—5. Llanuras de la América setentrional; las praderas i sábanas.—6. Llanuras de la América meridional; los llanos de Venezuela; las selvas vírjenes del Brasil; las pampas; el desierto de Atacama.

1.—Las partes de la superficie terrestre en que la vida del globo se manifiesta con ménos vigor i variedad, son las comarcas donde el nivel no varía sino insensiblemente. En esas rejiones donde el declive del suelo es casi insignificante i donde las aguas no pueden correr rápidamente, los campos presentan la misma vejetacion o la misma esterilidad en vastas extensiones, i su aspecto jeneral es por esto mismo mui monótomo. Apesar de la uniformidad de las llanuras, los fenómenos de la naturaleza son ahí mui notables.

Cerca de la mitad de las rejiones continentales se compone de tierras bajas, cuya superficie uniforme o inclinada en suave pendiente deja ver aun la accion de las aguas del océano o de los mares interiores que las cubrian en otro tiempo. Estas llanuras forman por su aspecto un contraste singular con las tierras altas o las montañas que las rodean. Todas ellas se asemejan por la uniformidad del suelo; pero en jeneral su aspecto varía segun la naturaleza jeolójica del terreno, la temperatura del lugar, los cambios de estaciones, los vientos reinantes, la abundancia de las aguas de lluvia i las otras condiciones físi cas. Algunas están completamente desprovistas de vejetacion otras ofrecen por intervalos plantas de una misma especie; otras están cubiertas de una verdura baja pero aparente para los ganados; otras son temporal o constantemente magníficas praderas esmaltadas de flores; hai algunas, por fin, en que cre-

cen árboles jigantescos que cubren el suelo. En ciertos lugares, las llanuras son mas bajas que el nivel de los mares.

Al tratar de todas estas especies de llanuras no las clasificaremos por sus condiciones jenerales. Nos parece mas natural i mas sencillo el dar a conocer las tierras bajas de cada continente, haciendo las distinciones indispensables.

2.—Mas de las dos terceras partes de la Europa estan ocupadas por inmensas llanuras que se estienden desde las orillas del mar Báltico hasta los montes Urales, i comprenden la rejion setentrional de la Francia, la mayor parte de la Béljica, la Holanda, el norte de la Alemania, la Prusia i casi toda la Rusia europea. En esta gran llanura casi no existe ninguna elevacion que merezca el nombre de cerro; de tal modo que una línea tirada desde Lóndres hasta la ciudad de Kasan, en las orillas del Volga, indicaria un nivel casi perfecto. Al otro lado de los montes Urales, estas tierras bajas se continúan en los grandes llanos de Siberia hasta las cadenas de montañas que bordean al Pacífico. Muchos puntos de esas estensas llanuras estan situados mas abajo del nivel de los mares: nos bastaria recordar los campos de la Holanda i las estepas inmediatas al mar Caspio. Encuéntranse tambien en ellas rejiones pantanosas i estériles, como el distrito comprendido entre los rios Elba i Wesser en que se alzan algunos bosques de pinos, i otras estensiones que, como los llanos de la Luitania, tienen bosques abundantes.

En la Europa meridional, los llanos que se encuentran son mucho ménos estensos e importantes. Las *landas* arenosas del sur de la Francia, entre el Jironda i los Pirineos, jeneralmente pobres i áridas, las ricas i fértiles llanuras de la Lombardía, i los dilatados llanos de Hungría, en la hoya (1) del Danubio, que abundan en terrenos estériles i pantanosos, i las tierras bajas

---

(1) Se llama *hoya de un rio* toda la parte de un pais cuyas aguas afluyen a ese rio. Mas adelante, al hablar de los rios, esplicaremos en qué consiste la hoya.

de la Valaquia i la Vulgaria, en el curso inferior de ese rio, pertenecen a este número.

3.—Así como la rejion central del Asia forma el mayor agrupamiento de montañas i de tierras altas que se conocen en el mundo, así tambien la rejion del norte ofrece las mas dilatadas llanuras. Estan surcadas por muchos rios, tres de los cuales. el Obi, el Jenisei i el Lena, desprendido de las montañas del Asia central, van a desembocar en el océano Artico, i figuran entre los mas grandes del mundo. Esas llanuras se prolongan hasta la Rusia europea, al occidente de los montes Urales, con caractéres mas o ménos uniformes; i son conocidos en la jeografía con un nombre ruso, *estepas*, que se ha jeneralizado en casi todas las lenguas modernas.

Las estepas son llanuras jeneralmente formadas por terrenos arcillosos, por vastas capas de arena que calientan sin cesar los rayos del Sol. Allí la vejetacion es escasa, el agua corre en el lecho de algunos rios separados entre sí por grandes distancias, i casi no cae rocío. Las pocas yerbas que crecen en la primavera son consumidas prontamente por un sol devorador; el invierno es frio, i tan largo que seca tanto la vejetacion como el mismo calor; el otoño es corto i lluvioso. Esta vasta estepa comienza en realidad en el norte de Alemania i se continúa al traves de la Rusia hasta cerca de las estremidades mas remotas del Asia; si bien no siempre, como hemos dicho, presenta el mismo carácter, i aunque está accidentalmente interrumpida por la cadena del Ural. Al sur la limitan los montes Cárpatos. Es de tal modo plana sobre todo en la Rusia europea, que el viajero puede recorrer grandes distancias sin encontrar la menor elevacion. Así como los jeógrafos han dado distintos nombres a los diversos puntos del océano, así la estepa recibe diferentes denominaciones en sus diversas partes.

Moscow, el punto mas elevado de esta inmensa llanura que atraviesa la Rusia, está situado a 145 metros sobre el nivel del mar, es decir, a la altura media de las partes mas bajas de Francia. Desde este punto, tanto al norte como al sur, el suelo va

inclinándose hasta ser mas bajo que el nivel de los mares, de tal modo que la estepa de Astrakan es mucho mas baja que la Holanda. Solo la pequeña meseta de Ost-ourt, que separa el mar Caspio del mar de Aral, forma escepcion a esta depresion constante del terreno, i aun podria considerarse como la prolongacion meridional de la cadena del Ural. En la rejion del sur abundan las praderas, pero son jeneralmente pobres. La vejetacion consiste en yerbas mas o ménos grandes, segun la naturaleza del suelo. Las estepas de terreno granítico ofrecen jeneralmente una yerba tupida, pero poco elevada; miéntras que sobre el terreno calcáreo se alza a una elevacion considerable. Las orillas de los rios, en un ancho que frecuentemente pasa de 30 metros, están cubiertos de cañas que en los terrenos pantanosos alcanzan a 10 metros de altura. En las inmediaciones del Cáucaso se encuentran cardos arborecentes, cuyas ramas sobrepujan en elevacion a esas cañas jigantescas. En las estepas de Circasia, algunas plantas alcanzan proporciones considerables. En jeneral, la vejetacion de las estepas se enriquece gradualmente al acercarse al sur. Deben recordarse sobre todo los terrenos bajos que forman la parte inferior de las hoyas del Don, del Dnieper i del Volga, comprendiendo una superficie de mas de 80 millones de hectáreas. Esta parte de las llanuras designada con el nombre pintoresco de la *tierra negra*, parece formada por los desbordamientos de los rios que la han cubierto de una espesísima capa de tierra vejetal, constituyéndola así uno de los mejores terrenos del mundo para la produccion de los cereales.

En el norte, por el contrario, todo toma el aspecto de la desolacion. Es el pais de los desiertos helados, de las inmensas soledades donde reina el viento del norte. Durante el invierno, que comienza con el mes de Octubre, las estepas, inhospitalarias en todo tiempo, son completamente inaccesibles. A toda hora caen torrentes de nieve; miéntras que en verano los horrores de una sequedad espantosa se oponen en muchos lugares a todo cultivo. Sin embargo, hai ciertos puntos bien rega-

dos donde la vejetacion prospera; i otros en que la sal impregnada en la tierra, favorece poderosamente la vejetacion de algunas plantas.

En las estepas del Asia se notan mas o ménos los mismos caractéres. En Kirgisis, al norte del mar de Aral, alimentan vastos rebaños de camellos i de bestias de carga i producen diversos árboles; pero mas al sureste, en todo el Turquestan propiamente dicho, esceptuando las orillas de los rios que van a desembocar en ese mar, no existe mas que una vasta llanura de arena. Al norte, la estepa llamada de Baraba, encerrada por el rio Obi i el Torstisk, contiene pastos abundantes, i en su rejion setentrional selvas estensas.

En cambio, en la Siberia setentrional las llanuras toman un aspecto pantanoso, i su suelo está cortado en muchos puntos por lagos de agua dulce o salobre. La tierra permanece helada a una gran profundidad durante la mayor parte del año. En el verano, esas inmensas ciénagas se ven cubiertas de musgo; miéntras los cerros de arena que allí se alzan ostentan en sus cimas algunos arbustos. En la Siberia meridional, por el contrario, la aparicion del Sol en el verano hace derretir prontamente la nieve; i la vejetacion que aparece como por encanto, da al pais un aspecto variado i animado que no se creeria encontrar en tan altas latitudes. En efecto, en estas comarcas el verano i el invierno tienen un carácter de oposicion mas marcado que en cualquiera otra parte. En la primavera, las dos estaciones contraponen su poder; pero la gran cantidad producida por los meses de junio i de julio repara prontamente el largo retardo de la vejetacion. En julio, la atmósfera se serena i suavisa; millares de insectos i sobre todo de moscas, aparecen de repente; pero con octubre vuelven las brumas precursoras del invierno. En noviembre, el reno vuelve a las selvas; i durante las largas noches, la acumulacion de las nieves, el rigor de los vientos helados producen frios que hacen bajar el termómetro hasta 53° i 54° bajo cero.

4.—El Africa ofrece tambien grandes llanuras; pero esas lla-

nuras son formadas por desiertos horribles. El Sahara, el desierto mas grande del mundo, se estiende al traves del continente desde las orillas del Atlántico hasta el valle del Nilo, i mide cinco mil quilómetros de largo i mil quilómetros de ancho, esto es, una superficie igual por su estension a los dos tercios de Europa. Es la parte del mundo en que el calor es mas intenso, porque en esta rejion no existe mas que una sola estacion, el verano, ardiente e implacable. Mui rara vez las lluvias vienen a refrescar estos espacios donde se posan los rayos solares. En cambio, las noches, como sucede en todos los desiertos, cuya atmósfera está desprovista de vapor de agua, son excesivamente frias, de tal modo que el termómetro marca algunos dias una diferencia de 51 grados sobre la temperatura mas elevada (47°) i la mas baja (4°). El suelo formado de arena gruesa o de piedrecilla, se mueve fácilmente a merced del viento. Las esflorescencias de la sal que contienen las arenas, brillan entónces como diamantes. Las plantas son raras, i aun en ciertos lugares arenosos no se descubre ninguna vejetacion. Los únicos animales que se encuentran son los escorpiones, los lagartos, las víboras i las hormigas. Las moscas i las pulgas que acompañan al viajero, mueren a los pocos dias de marcha. El reflejo de esa inmensa superficie abrasada por el calor, lastima la vista, i presenta todos los objetos revestidos de un tinte sombrío. Una especie de fiebre cerebral se apodera del viajero que marcha sobre su camello i le hace ver los objetos mas fantásticos en medio de su delirio. Cuando el viento sopla con fuerza, los granos de arena azotan i pican el cuerpo como si fueran agujas. En la época de los equinoccios, el viento denominado *simun*, toma el carácter de huracan terrible: las olas de arena se ajitan violentamente, i forman en la atmósfera nubes espesas que oscurecen el aire, i verdaderas tinieblas envuelven de repente al desierto. La sequedad de la atmósfera es tal, que se percibe un vapor rojizo al rededor de todos los objetos.

En las partes del Sahara en que el agua aparece en una vertiente, o baja en torrente de algunas de las serranías que allí

se alzan, se forma un *oásis*, isla de verdura cuya belleza forma un contraste sorprendente con la aridez de las arenas que la rodean, i que, como debe suponerse, está á un nivel mas bajo que el desierto. Los mas pequeños producen zarzales i acacias; pero los mas grandes están cubiertos de muchos árboles frutales, naranjos, vides, granados, i sobre todo las palmas de dátiles, que dan un alimento sano i nutritivo para los hombres i los animales. A la sombra de esos árboles crecen abundantes yerbas para los caballos i los camellos. Desgraciadamente, esos jardines maravillosos que el viajero que atraviesa el desierto, considera como lugares de delicias, son en su mayor parte insalubres a causa de la evaporacion constante de las aguas corrompidas.

Los desiertos de la Arabia, de la Persia i aun el de Cobi, que se estienden en la gran meseta de Mongolia, en el centro del Asia, presentan caractéres semejantes; pero el calor es mucho ménos intenso i los vientos no causan al viajero tantas i tan peligrosas molestias. En Cobi, sobre todo, a causa de la grande altura de la meseta i de la inmediacion a las llanuras de la Siberia, se siente en invierno un frio escesivo.

5.—La América del Norte tiene tambien su rejion de llanuras comprendida entre las montañas Rocallosas i los montes Apalaches, i se estiende desde el océano Artico hasta el golfo de Méjico. Encierra en su seno las hoyas de muchos rios, dos de ellos el Mississipi i el San Lázaro, de los mas grandes del mundo. Ocupa una superficie de cinco millones de quilómetros cuadrados. En el centro de ella se eleva una meseta de 200 a 400 metros de altura que sirve para dividir las aguas que por el sur caen a la hoya del Mississipi i por el norte a la de San Lázaro, i de otros rios que van a desaguar en los mares polares.

La vasta llanura meridional se eleva por medio de una pendiente insensible desde el golfo de Méjico hasta el nacimiento del Mississipi. A la izquierda del rio, el pais cambia de aspecto, se suceden las colinas i los valles, i la fertilidad se anuncia

por esta misma sucesion de terrenos. A la derecha existe una uniformidad mas constante, pero que no impide el distinguir rejiones de un carácter diverso. En efecto, en la parte media i meridional, esas llanuras ofrecen el aspecto de inmensas sábanas cubiertas de verdura a las cuales se da el nombre de *praderas*. Esta rejion de los pastos sin fin, donde pacen innumerables rebaños de bisontes, está interrumpida por algunas grandes selvas. Al norte, la llanura toma el aspecto de los campos helados de la Siberia; i al sur se estiende un desierto de quinientos a seiscientos quilómetros que está al pié de las montañas Rocallosas. Las llanuras secas de Tejas i del alto Arkansas presentan un aspecto diferente: son verdaderas estepas completamente despojadas de árboles en su parte setentrional, devoradas por el calor en verano i heladas en el invierno por los vientos que bajan de las montañas Rocallosas. Solamente en las inmediaciones del Mississipi el suelo se hace mejor: en la ribera derecha del rio las sábanas dejan de ser planas i forman pequeñas prominencias: en medio de este desierto de verdura se forman oásis de arbustos i de plantas, cuyas flores embalsaman el aire.

En la rejion del norte, i en los alrededores del lago Winnipeg, una línea de selvas separa las praderas de las tierras heladas i pantanosas características de la rejion boreal. Compuestas en su mayor parte de coníferas (pinos), esas selvas tienen en el Canadá su estension primitiva. La vejetacion herbácea no se abriga bajo sus espesos follajes; pero aunque tienen una vejetacion ménos exhuberante que las selvas vírjenes de la América meridional, poseen, sin embargo, alguna majestad. A veces son el teatro de incendios terribles, magníficos en medio de su horror; i cuando las escarchas los cubren, cuando la nieve se amontona sobre su cima, cuando sus ramas i sus hojas están cubiertas de una corteza de hielo, parecen, al reflejo del Sol, innumerables pirámides de cristal en que se han engastado millares de diamantes. La rejion de los árboles se prolonga hácia el norte, pero solo en las inmediaciones de los rios. Las

selvas tupidas desaparecen, i el suelo se hace a cada paso ménos aparente para el cultivo. En efecto, son los grandes rios de América los que mantienen la fertilidad i la vida. Alejándose de sus orillas, la naturaleza recobra su triste uniformidad o su desoladora aridez.

6.—Todo el interior de la América del Sur, desde la cadena de montañas de la costa de Venezuela por el norte, hasta el estrecho de Magallanes al sur, consiste en una inmensa i continuada llanura, cuya altura media sobre el nivel del mar es mui poco importante. Estas llanuras, como lo ha observado Humboldt, se dividen en tres rejiones distintas, formadas por las hoyas de los grandes rios que atraviesan el continente. Al norte, el Orinoco forma el pais de los llanos; al centro, el Amazonas i sus afluentes constituyen la rejion de las selvas; al sur de las comarcas bañadas por el Plata i los otros rios de la seccion meridional de la América, forman las pampas.

Los llanos se estienden desde la cadena de la costa de las montañas de Carácas hasta las montañas boscosas de la Guayana por el sur. Al oriente, las limita el delta del Orinoco, i al occidente las montañas de Mérida, ramificacion de los Andes, estendiéndose en esta parte hácia el sur hasta las rejiones bañadas por los rios Meto i Guaviare. Su estension es de cerca de doscientos cincuenta mil quilómetros cuadrados. Su declive hácia el mar es tan pequeño, que la mas lijera crece del Orinoco, i algunas veces, el mismo viento perturba e invierte las corrientes de sus tributarios. En toda esta llanura no se encuentra, por decirlo así, una sola eminencia: casi la totalidad de su superficie está despojada de árboles, i aun de matorrales: aquí i allá, sin embargo, los palmeros recuerdan la vejetacion arborescente i forman bosquecillos, al rededor de los cuales vienen a agruparse algunas lindas flores. El plano no se interrumpe sino por ciertos bancos mui estensos de calcáreo compacto de uno o dos metros de elevacion, en donde el calor i la aridez son escesivos, i que sirven de punto de reparticion de las aguas.

Así como el desierto de Sahara, los llanos de la América del Sur están situados en la zona tórrida, dice Humboldt, de quien estractamos esta descripcion. Dos veces al año cambian totalmente de apariencia: en una estacion permanecen desnudos como el mar de arena del desierto; en otra, cubiertos por una alfombra de verdura como las estepas elevadas del Asia. Pero la fertilidad temporal de los llanos no pudo obligar a los pueblos primitivos de América a estender allí sus habitaciones, i aun ahora mismo están casi despoblados por los hombres. Ciervos, quirquinchos, chingues, jaguares, cocodrilos, boas i otros animales son los habitantes de estas rejiones. Los ganados europeos, ademas, se han propagado estraordinariamente. El aspecto de esas llanuras durante la estacion seca ofrece un espectáculo mas horrible quizá que el de los desiertos del Africa. El ardor del sol quema las yerbas i rasga la tierra. Los pantanos de agua que protejian el palmero desaparecen poco a poco. Así como en los hielos del norte los animales se aletargan durante el invierno, aquí el cocodrilo i el boa, sumidos en los charcos desecados, se adormecen sin movimiento. Por todas partes la aridez anuncia la muerte; por todas partes persigue al viajero engañado por el fantasma de un mar o de un lago lejano. Atormentados por el hambre i por una sed devoradora, las vacas i los caballos vagan en medio de nubes de polvo. Con el cuello tendido en una direccion contraria al viento, los caballos aspiran al aire para descubrir la inmediacion de un charco de agua que no esté enteramente evaporado. Las mulas, mas astutas todavia, calman su sed comiendo la pulpa acuosa de un cáctus erizado de espinas. Al calor ardiente del dia sucede la frescura de una noche que iguala al dia en duracion; pero la vacas i los caballos no encuentran descanso: algunos murciélagos monstruos los persiguen durante el sueño, se aferran de su lomo como los vampiros, les chupan la sangre i les ocasionan llagas purulentas que atraen los mosquitos i otros insectos picadores.

La estacion de las lluvias, que comienza en abril, hace cam-

biar esta escena. Apénas la superficie de la tierra se ha humedecido, cuando el desierto, cubierto de vapores, se reviste de una infinidad de gramíneas. Las plantas crecen i abren flores delicadas, i las aves comienzan sus cantos. Los caballos i las vacas saltan en la llanura i gozan de la vida. El jaguar se oculta en la yerba alta i tupida para precipitarse sobre los animales que pasan. En breve, la superabundancia de las lluvias, despues de haber reanimado esta triste comarca, la convierte de nuevo en un desierto. Al principio, las partes mas bajas presentan la apariencia de muchos golfos de un mar interior. Los animales se retiran con sus crias a los bancos elevados que forman especies de islas; pero cada dia el espacio no inundado se reduce mas. Entónces, estrechados los unos contra los otros i privados de pastos, nadan largo tiempo aquí i allá i encuentran un alimento escaso en las pocas yerbas que salen de la superficie de las aguas. Muchos de ellos se ahogan; otros son sorprendidos por el cocodrilo que con su cola encorazada les quiebra los huesos i despues los devora. Los animales encuentran todavía un enemigo terrible en la anguila eléctrica, que produce conmociones capaces de matar un caballo vigoroso. Los indios que viven cerca de la desembocadura del Orinoco, establecen su habitacion arriba de los árboles, teniendo al efecto sólidas esteras tejidas con hojas de palma, para comunicarse de un árbol a otro. En esa época el calor húmedo es verdaderamente terrible.

La rejion de las selvas separa las llanuras del norte de la América meridional de la que se estienden al sur. Cubre toda la hoya del Amazonas i de sus afluentes desde las cordilleras de los Andes hasta las orillas del mar. Las sierras de Parima por el norte i las montañas interiores del Brasil por el sur, le sirven de límites. Esta gran estension, que presenta un período mui irregular, es cerca de seis veces mas grande que la Francia. En algunos puntos la selva está interrumpida por llanuras pantanosas o por campos cubiertos de yerbas. Esta rejion, denominada *selvas vírjenes*, donde la vejetacion es tan

activa que no se puede penetrar sino siguiendo el curso de los rios, es un inagotable recipiente de calor. Lo tupido del follaje se opone a que el aire circule libremente, de suerte que la atmósfera es pesada i cargada de miasmas, que hacen que sea una habitacion peligrosa para los europeos. Desde que las lluvias abundantes i periódicas se han derramado sobre esos bosques, la humedad es tal, que todas las mañanas se levanta una nube de vapor del medio de las enredaderas i de los árboles. «Con una vida tan exhuberante, una tendencia tan enérjica al desarrollo, dice el célebre viajero aleman Martius, el mismo suelo de los trópicos, apesar de su lujosa fecundidad, no puede suministrar en cantidad suficiente la sustancia nutritiva; así el instinto de conservacion determina en estos vejetales jigantescos una lucha incesante; i el desmonte natural se opera en proporciones aun mas considerables que en las selvas de la zona templada.» En un espacio reducido se encuentran árboles de las mas variadas especies, con frecuencia envueltos por las enredaderas i elevados sobre las ruinas de otros árboles. Durante las horas del dia en que los rayos perpendiculares del sol obligan a los habitantes de esos bosques a buscar el reposo, reina en ellos un silencio mortal; por la tarde, cuando el aire se ha hecho mas fresco i mas trasparente, millares de aves del mas pintado plumaje i colocadas en las cimas de los árboles, los animales que se ocultan en sus guaridas, los monos que saltan de rama en rama, anuncian su presencia, éstos con gritos estrepitosos i aquéllas con los gorjeos de sus cantos. Entrada la noche, vuelve a reinar el silencio; pero al amanecer recomienza el bullicio i la vida de las grandes selvas.

Un carácter mui diferente ofrecen las llanuras meridionales de la América. Se les denomina *pampas*, palabra de oríjen quichua o peruano, que quiere decir llanura. La pampa ocupa toda la estremidad meridional de este continente, desde el estrecho de Magallanes por el sur hasta el Brasil, i hasta la sierra que, al desprenderse de los Andes, forma la meseta de Boli-

via. (1) Su límite occidental es formado por los Andes; al oriente llega hasta el mar. Ocupa una estension de 27° de latitud, i mide cerca de 2.000,000 de quilómetros cuadrados. En esta estension, vasta sobre todo de norte a sur, la vejetacion i el aspecto de la pampa ofrecen caractéres mui variados. Miéntras que en una de sus estremidades, la del norte, se alzan los palmeros i diversas plantas de la zona tórrida, la otra está cubierta durante una parte del año por una gruesa escarcha. La Patagonia, desde su estremidad meridional hasta las orillas del rio Colorado, no es mas que un inmenso desierto donde aparece solo por intervalos una vejetacion raquítica i espinosa: aguas salobres, lagos salados, incrustaciones de sal blanca, se alternan con esta triste vejetacion. Este aspecto se continúa así hasta el pié de los Andes, cuyas vertientes casi son desnudas por ese lado. La Patagonia, sin embargo, no forma una llanura uniforme, sino una sucesion de llanuras horizontales, separadas por largas líneas de rocas escarpadas. Las mas elevadas de todas, con una altura de 900 metros sobre el nivel del mar, llegan a las faldas de los Andes. Estas llanuras en gradería, están cortadas en diferentes puntos por algunos arroyos; pero sus aguas escasas no bastan para dar fertilidad a su suelo. Ahí se notan las mismas variaciones estremas de temperatura, tan frecuentes en los grandes llanos, i los vientos adquieren por su violencia las proporciones de un huracan.

Al norte del rio Colorado el suelo cambia de naturaleza. Se encuentra un calcáreo rojizo i una tierra arcillosa. Allí comienzan verdaderamente las pampas sin rios, pero regadas por llu-

---

(1) Conviene, sin embargo, advertir aquí que apesar de estos límites fijados por la jeneralidad de los jeógrafos, la verdadera pampa, a lo ménos en su parte occidental, tiene por límite setentrional las serranías de Córdova i San Luis, montañas graníticas i metalíferas, que están mui léjos de la meseta boliviana. Al norte de esas serranías hasta acercarse a los ramales que se desprenden de la cordillera para formar aquella meseta, el aspecto del pais cambia considerablemente, i comienza a tomar gradualmente el aspecto de la rejion de las selvas con la cual se confunde ántes de llegar a la altura del trópico.

vias frecuentes, i cuya vejetacion es tan monótona i tan triste como la esterilidad. Las inmensas alfombras de yerbas i de gramíneas parecen un mar de verdura: no se ve un árbol, ni aun un arbusto, salvo el ombú, cuya copa solitaria se distingue aquí o allá, en medio de estos desiertos de yerbas. El suelo es casi tan uniforme como la superficie de las aguas: en vano se buscaria allí una roca, una piedra. El aspecto de las pampas, sin embargo, no es idéntico en todas partes. En su rejion mas elevada e inmediata a la cordillera, abundan los árboles de un tamaño regular; pero así que baja el terreno, los árboles se hacen mas raros; i por último, al acercarse mas a la costa, aparece la rejion de los cardos i de las plantas leguminosas alimentadas por las lluvias repetidas. Los calores de la primavera hacen crecer esas plantas a una altura considerable; pero lo soles del verano, mui ardientes en esa rejion, las secan i las aniquilan. El aspecto de la pampa cambia mucho mas todavia al acercarse al norte. Gradualmente, la vejetacion se hace mas rica, mas variada i mas formidable. Al fin, aparecen los palmeros i los árboles tropicales, i la pampa se une así insensiblemente con la rejion de las selvas vírjenes.

En la costa occidental de la América meridional hai tambien algunas llanuras conocidas con el nombre de pampas, pero que no tienen nada de común con la que acabamos de describir lijeramente. Las que se designan con esta denominacion en diversos puntos de la costa del Perú, son llanos áridos por la falta de riego i de lluvia, en donde casi no existe vejetacion. Es una série de desiertos que se extienden desde el norte del Perú hasta el grado 27 de latitud sur, formando un plano lijeramente inclinado de la cordillera al mar, e interrumpidos aquí i allá por cerros cubiertos de un terreno movedizo. Estas llanuras, secas i áridas están entrecortadas por estrechos valles formados i regados por los pequeños rios que bajan de los Andes; i esos valles, donde se levantan las ciudades de esta rejion, ostentan una rica vejetacion que contrasta con la aridez de los terrenos vecinos. La mas estensa i la mejor caracterizada de

todas estas llanuras, es conocida con el nombre de desierto de Atacama: i en efecto, sin poseer los caractéres horribles de los desiertos del Africa i del Asia, tiene muchas de sus apariencias. El suelo, formado de piedrecilla, produce una escasa vejetacion, mas abundante en los pocos años que cae allí alguna lluvia. En el dia se esperimenta un calor seco i molesto, i en la noche el frio es intenso. El termómetro marca entre el dia i la noche una diferencia media de 21 grados. Esta rejion, de todo punto inadecuada para el cultivo agrícola por la falta casi absoluta de agua i por la excesiva rareza de las lluvias, posee, sin embargo, tesoros ocultos que la industria ha empezado a explotar. En los cerros de la costa se encuentran abundantes minerales de cobre, i en el interior minas de plata. El desierto de Atacama, así como el de Tarapacá que se le sigue mas al norte, posee, ademas, depósitos seculares de guano, que la agricultura emplea para el abono de las tierras, i cantidades considerables de nitrato de sosa, conocido en el comercio con el nombre de salitre. Mas al norte de éstos se extienden en la zona de la costa otras llanuras, denominadas *pampas*, i caracterizadas, como las anteriores, por la sequedad del suelo i del aire, i por la falta de vejetacion fuera de los estrechos valles que las separan entre sí.

---

§ V

Islas

1. Idea jeneral de las islas; su estension.—2. Union submarina de algunas islas con los continentes.—3. Islas volcánicas.—4. Islas madrepóricas; su formacion i su aspecto.

1.—Se llama isla una porcion de tierra menor que los continentes, rodeada de aguas por todas partes. Las islas difieren mucho entre sí por su tamaño, i por sus formas. Hai algunas

islas que tienen una estension verdaderamente considerable. Las mas grandes e importantes de todas son: en Europa, la Gran Bretaña (Inglaterra i Escosia, con 233,000 quilómetros cuadrados), la Nueva Zembla (dos islas reunidas en el mar Ártico, con 215,000), la Irlanda (con 83,000), la Sicilia (con 26,000) i la Cerdeña (con 25,000); en Asia, Nifon (en el Japon, con 325,000), Yeso (en el Japon, con 158,000), Ceilan (al sur del Indostan, con 63,000), Tarrakai o Saghalien (al suroeste de Kamtchatka, con 63,000), Kin-Sin (en el Japon, con 55,000), Formosa (en las costas occidentales de la China, con 40,000), i Hai-nan (en las costas de la China, al suroeste de Canton, con 36,000); el Africa no posee mas que una isla grande, la de Madagascar, (con 609,000); en América, la Groenlandia, (mal conocida, pero considerada isla por unos i península por otros, con tres millones de quilómetros cuadrados), Terra Nova (en golfo de San Lorenzo, con 148,000), Cuba en las Antillas, (con 124,000), Islandia (en la costa occidental de la Groenlandia, con 103,000), i Haití (en las Antillas, con 76,000); las otras islas americanas son mucho menores i ninguna alcanza a 17,000 quilómetros: la de Chiloé solo mide 13,000 quilómetros cuadrados. La Oceanía es la rejion de las grandes islas. Sin contar la Australia o Nueva Holanda, que los jeógrafos consideran como un continente, i que mide cerca de ocho millones de quilómetros cuadrados, allí se encuentran Borneo, (con 675,000), Papuasia o Nueva Guinea (con 553,009), Sumatra (con 320,000), Java (con 118,000), Nueva Zelanda (con 113,000), Tasmania o Van Diemen (con 70,000).

Una isla grande es una especie de continente pequeño. Tiene sus cadenas de montañas, sus rios, sus lagos, sus mesetas, sus valles, sus llanuras; i frecuentemente está rodeada de otras islas mas pequeñas. Es evidente que las islas pequeñas no alcanzan a formar rios, i que solo tienen arroyos de corta estension. Algunas estan enteramente desprovistas de agua, como las de San Félix i San Ambrosio, en el Pacífico, en frente del desierto de Atacama. Las islas de esta clase sirven de refujio a

las tortugas i a las innumerables bandadas de aves marinas, que van allí a hacer sus nidos. Hai ademas islas en los rios i en los lagos, formadas por diversas circunstancias.

2.—Las islas marítimas deben su formacion a causas diferentes. Así, los archipiélagos vecinos a los continentes parecen haber sido formados por una irrupcion del océano, cuya accion ha destruido las partes ménos sólidas que se encontraban entre las cadenas de montañas; o por el solevantamiento completo de una de esa cadenas, que no ha alcanzado a sacar del seno de las aguas mas que algunos de sus puntos culminantes. En efecto, se descubre en muchas partes una continuacion submarina por medio de ciertas cadenas montañosas, de las cuales solo las cimas sobresalen del nivel de las aguas. Entre la Florida i el continente de la América del Sur, una vasta cadena submarina cierra el golfo de Méjico i el mar de las Antillas, i tiene por cimas las grandes i pequeñas Antillas. Las islas Curiles pertenecen a una cadena que une el Japon a Kamtchatka. Como hemos iudicado en otra parte, entre la Australia i la rejion del sureste del Asia, se estiende una vasta cadena submarina que tiene por cimas las islas de Sonda, las Filipinas, Borneo, las Molucas, Papuasia i las islas vecinas. La costa meridional de Chile ofrece un ejemplo mas evidente todavía: la isla grande de Chiloé i lás que componen los numerosos archipiélagos que se estienden hasta la estremidad sur de la América, no son mas que la prolongacion de la cadena de la cósta que recorre la mayor parte del territorio de Chile, i que, sumida en la rejion austral, levanta sus picos sobre el nivel de las aguas formando las islas.

3.—Muchas otras islas parecen deber su existencia a la accion del fuego central de la tierra manifestada por medio de solevantamientos volcánicos, circunscritos a un pequeño espacio, e independientes de toda cadena de montañas. Pertenecen a este número, entre otras, las islas Azores, las Canarias, las de Cabo Verde, Santa Elena e Islandia en el Atlántico; las Aleucianas, Sandwich, las Galápagos i las de Juan Fernández en el

Pacífico; las de Comoro i las Macareñas o de la Reunion en el océano Indico, a poca distancia de Madagascar. En algunas de ellas se encuentran los conos volcánicos, muchas veces en erupcion, como por ejemplo el Estromboli (1); en otras ocasiones solo exhiben los montones de rocas levantados por las fuerzas volcánicas. Es probable que el número de volcanes submarinos sea mui considerable; i los viajeros han podido observar sus erupciones, aun cuando el solevantamiento no haya alcanzado a aparecer sobre la superficie del mar. En los escritores antiguos se encuentran detalles mui circunstanciados sobre el nacimiento de algunas islas, como sucede con las que forman el pequeño grupo de Santorin, en el archipiélago griego; i en los tiempos modernos este fenómeno se ha repetido algunas veces, si bien las islas formadas de esta manera no han durado casi siempre mucho tiempo. En 1638 apareció en el archipiélago de las Azores una isla de 10 quilómetros de largo i de cerca de 120 metros de alto, que desapareció poco tiempo despues. En 1719 apareció allí mismo otra isla que podia ser observada a una distancia considerable. Sin cesar vomitaba una espesa columna de humo, de ceniza i de piedra pómez: por sus laderas se precipitaba un torrente de lava ardiente; la isla disminuyó rápidamente, i despues de dos años de existencia habia bajado a flor de agua, i desapareció por fin en 1723. En 1811 apareció allí una nueva isla, cuyo perímetro seria como de dos quilómetros; pero once años despues habia acabado de sumirse en el mar, i solo una columna de vapor era la única huella que habia dejado de su existencia.

Pero el fenómeno de esta naturaleza mejor estudiado es uno que tuvo lugar al suroeste de la Sicilia. En 1831 apareció allí una isla que fué denominada Julia por los franceses, i Fernandina por los Napolitanos. Las erupciones comenzaron por una

(1) En el capítulo siguiente hablaremos mas detenidamente sobre los fenómenos volcánicos. Aquí mencionamos estas islas solo para completar la descripcion de las tierras.

emanacion de vapor que, aumentando poco a poco, produjo una columna blanca de 500 a 600 metros de altura. Esos vapores fueron en breve acompañados de cenizas i de piedras, cuya salida intermitente precedió largo tiempo a la aparicion de la tierra: la isla se elevó gradualmente del seno de las aguas, por la aglomeracion de los diversos materiales. Un pico apareció primero, despues muchos otros, que acabaron por reunirse al rededor del centro de erupcion. La isla desapareció gradualmente como se habia formado. Las materias incoherentes de que estaba compuesta el macizo, se sumieron bajo las olas, despues de haber permanecido cuatro meses i medio encima del mar (1). Por el contrario, un islote formado en 1796 en el archipiélago de las Aleucianas subsiste todavia; pero de él hablaremos en el capítulo siguiente.

4.—De todas las islas que existen en el océano, las mas maravillosas por su formacion son las que deben su oríjen al trabajo singular de unos pequeños animalitos. En el centro de los continentes se encuentran grandes masas de roca formadas evidentemente en el seno de los mares por montones de conchas de pequeños animalillos, i se les conoce con el nombre de rocas calcáreas. Segun el jeólogo ingles Buckland, esos restos fósiles forman una parte considerable de la masa entera de muchas montañas (2); i se puede comprobar que la esfinje jigantesca i las mas altas de las pirámides de Ejipto, así como muchas otras grandes construcciones, han sido formadas con piedras calcáreas de esa especie. La arena del litoral de todos los mares con-

(1) Este fenómeno enteramente volcánico, fué perfectamente estudiado i ha sido descrito muchas veces. El lector puede encontrar una de esas descripciones escrita con mucha claridad en solo tres pequeñas pájinas del tratado elemental de jeolojía de M. H. Fabre, cap. IV, § 3.

(2) «Los restos de estos animalillos tan pequeños, dice Buckland (*Geology and mineralogy* etc.), han engrosado la masa de materiales que constituyen la corteza esterior del globo, mucho mas que los huesos de los elefantes, de los hipopótamos i de las ballenas.»

tiene un gran número de sus restos, i es fácil contar millares de ellos de las formas mas variadas con el ausilio del microscopio.

Pero esos animalillos no han tenido en la formacion de los continentes mas que un rol pasivo que consiste en la acumulacion de sus conchas en los lugares cubiertos largo tiempo por las aguas. Hai otros conocidos con el nombre jenérico de pólipos, que trabajan en el fondo de los mares, i con los materiales que encuentran disueltos en el agua, construcciones ante las cuales los monumentos jigantescos de los pueblos antiguos i modernos no son mas que obras de pigmeos. Esos animalitos maravillosos, que se propagan con una prodijiosa fecundidad por medio de divisiones o de botones como las plantas, viven agrupados, se alimentan con las partículas nutritivas acarreadas por las aguas, i secretan una composicion calcárea, con la que forman gradualmente construcciones de las formas mas variadas, entre las cuales domina la de un árbol ramoso, cuyos vástagos están cubiertos de botoncitos. Esta obra ejecutada, como debe suponerse, con mucha lentitud, constituye bancos peligrosos para los navegantes; «pero cuando el arrecife es de una altura tal, que se encuentra casi seco en el momento de la baja mar, los animalillos abandonan sus trabajos, dice el naturalista viajero aleman Chamisso. Encima de la línea que han trazado, se percibe una masa de piedra contínua compuesta de conchas en medio de una arena calcárea, que proviene de la pulverizacion de esas conchas. Sucede con frecuencia que el calor del Sol penetra en esta masa cuando está seca, i rompe muchos pedazos: entónces, las olas los dividen en bloques de uno o dos metros, i los lanzan sobre los arrecifes, lo que acaba por levantarlos a una altura mas considerable. La arena calcárea no esperimenta en seguida ningun cambio, i ofrece a las semillas de las plantas que arrastran las olas un suelo sobre el cual los vejetales crecen rápidamente. Los troncos de árboles que son arrastrados de otros paises o de otras islas por las olas encuentran allí donde detenerse. Algunos animales, tales como

los insectos i los lagartos, son trasportados por ellos, i son de ordinario los primeros habitantes de estos arrecifes. Aun ántes que los árboles formen bosques, las aves del mar construyen allí sus nidos: las aves de tierra, estraviadas en su vuelo, van a buscar un refujio; i mas tarde, en fin, cuando el trabajo de los pólipos está terminado hace tiempo, llega el hombre i construye su habitacion en la tierra que ha llegado a ser fértil.» Estas islas se llaman madrepóricas, del nombre de madréporas que se da a los animalillos que las construyen.

Las islas madrepóricas sobresalen mui poco del nivel de los mares. Consisten jeneralmente en porciones de tierras circulares u ovaladas, en cuyo centro hai de ordinario un lago en comunicacion con el mar. Su aspecto es tan notable por su singularidad como por su belleza: sus playas, cubiertas por una blanquísima arena, están bordadas de elevados palmeros, que son los árboles que mas comunmente crecen en ellas. En algunas, el lago interior se ha desecado, i la tierra forma bosques hermosos i tupidos. Entre las islas de esta naturaleza podemos citar las de Oeno i de Vitsunday, en el archipiélago de Pomotú, que, como muchas otras de su especie, fueron prolijamente esploradas por el capitan ingles Beechey, quien ha dado en sus viajes una vista de ellas junto con la descripcion.

Las construcciones madrepóricas se encuentran tambien en el océano Atlántico. El jeólogo norte-americano Hunt, que las ha estudiado mui prolijamente, sostiene que las que se hallan en la península i en los bancos de la Florida, suponen el trabajo de algunos millones de años. Se las encuentra tambien en el archipiélago de Bahama, en el golfo de Méjico i en el litoral del Brasil, donde forman largos bancos paralelos a las costas. Pero las mas considerables están en el grande Océano. Entre los archipiélagos de pequeñas islas diseminadas en el océano Pacífico, muchas son enteramente de oríjen madrepórico, i las que tienen otro oríjen, están a lo ménos rodeadas de una cintura de corales. El solo archipiélago de las Maldivas, en el mar de las Indias, comprende 12,000 escollos, islotes o islas, trabajo

de los pólipos. Male, la mas grande de esas islas, tiene dos leguas de circuito. Un banco de corales situado en la costa oriental de Australia, cubre una superficie de 88,000 quilómetros cuadrados. La quinta parte del mundo, la Oceanía, es en parte la obra de los pólipos.

La configuracion de las tierras madrepóricas i la profundidad de las construcciones, han dado oríjen a un estudio mui detenido. Se ha observado que los pólipos, para vivir, tienen necesidad del libre acceso de la luz, i se sabe que ésta disminuye gradualmente en las primeras capas del océano. Miéntras tanto, la sonda revela la existencia de antiguas construcciones madrepóricas a una profundidad de centenares i aun de millares de metros. Jamas los pólipos han podido trabajar en esas profundidades; i ha sido necesario esplicarse este fenómeno por la teoría siguiente. Supongamos una isla rocosa, cima de una cadena de montañas submarinas. Al rededor de ella, i a flor de agua, los pólipos construyen un arrecife anular, contínuo o discontínuo, segun las conformaciones del terreno que les da apoyo. Supongamos igualmente que el suelo submarino que sirve de base a la montaña, se baja poco a poco, con una estrema lentitud. El escollo madrepórico se sumirá tambien bajo las aguas; sus partes inferiores serán abandonadas como mui profundas; las partes superiores continuarán siendo habitadas i servirán de base a nuevas construcciones. Con el progreso contínuo del bajamiento del suelo submarino, la masa madrepórica bajará siempre mas profundamente en las aguas, miéntras que los pólipos remontarán siempre i mantendrán su trabajo en la superficie. Al fin, la punta rocosa del centro, último vestijio de la montaña, desaparece bajo las aguas dejando en su lugar una laguna rodeada por la media luna o por el anillo de madréporas. Estos bancos nos enseñan, pues, que en ciertos puntos del fondo de los mares, en estensiones inmensas, se prosigue, desde una série desconocida de siglos, un bajamiento que sepulta bajo las aguas las últimas cimas de un vasto continente desaparecido, i que en una edad mui remota estaba unido

al Asia, como la América del sur a la América del norte. Los innumerables archipiélagos de la Oceanía son los jirones, los únicos testigos de esta antigua tierra; i aun muchos de ellos habrian desaparecido sin dejar rastros de su existencia, si las madréporas no hubieran hecho en sus cimas las construcciones quo hoi sobresalen de las aguas en forma de bancos i de islas.

Las islas madrepóricas están situadas en la zona tórrida, si bien el célebre naturalista Agassiz ha descubierto en el estrecho de Magallanes, durante su espedicion de 1872, bancos de corales de una importancia real, pero formados por pólipos de otra naturaleza, i semejantes a los que se hallan en varios lugares del Atlántico. Las condiciones de temperatura parecen favorecer su desarrollo; pero ahí mismo están espuestas a grandes peligros que los pólipos dominan al fin. «El océano, dice el célebre jeólogo i viajero ingles Darwin, rompiendo sus olas en las riberas esteriores, parece un enemigo irresistible, i sin embargo, vemos que se le resiste i que se le vence por medios que parecen débiles e ineficaces. La gran marejada causada por la accion constante del viento no cesa nunca ni da período de descanso. La reventazon del mar escede en violencia a la de las rejiones templadas, i es imposible contemplarla sin adquirir la conviccion de que las rocas de pórfiro, de granito o de cuarzo cederian i serian demolidas por fuerzas tan irresistibles. I sin embargo, estos insignificantes islotes de madréporas se sostienen i salen victoriosos porque otro poder antagonista toma parte en la lucha. Las fuerzas orgánicas separan los átomos de carbonato de cal uno por uno del medio de las espumantes reventazones, i los reunen en una estructura simétrica. Millares de arquitectos trabajan noche i dia, mes tras mes; i sus cuerpos pequeños, suaves i jelatinosos, dominan, por la accion de las leyes vitales, el gran poder mecánico de las olas del océano, a las cuales ni el arte del hombre ni las obras inanimadas de la naturaleza han podido resistir con buen éxito.»

El desarrollo prodijioso de los bancos de pólipos no solo mo-

difica el fondo de los mares, sino que, segun se cree, ejerce influencia sobre la salubridad de los climas. Se ha observado que en las islas en que los pólipos están vivos, tales como la Nueva Celedonia, Tahití i la mayor parte de la Polinesia, faltan las fiebres, o son de un carácter benigno: miéntras que en los parajes rodeados de políperos muertos, tales como Vera-Cruz, las Antillas, las Nuevas Hébrides, estas enfermedades toman un carácter mui grave. ¿No habria motivo de suponer que su elaboracion destruye las miasmas palúdicas? (1)

---

(1) Jules Girard, *Les Explorations sous-marines,* Paris, 1874, 1 v. en 16.º; par. II, chap. II, paj. 100.

CAPITULO V

Volcanes i terremotos; grutas i cavernas

1. Idea jeneral de los volcanes centrales; cadenas volcánicas.—2. Volcanes activos i volcanes apagados; volcanes nuevos.—3. Erupciones volcánicas; materias arrojadas.—4. Hipótesis acerca del oríjen de los volcanes.—5. Solfataras; terrenos ardientes; volcanes de barro o salsas.—6. Los geysers.—7. Grutas i cavernas.—8. Terremotos.—9. Hipótesis sobre las causas que los producen.—10. Sus efectos jeolójicos.

1.—Los volcanes (1) son aberturas en la corteza terrestre que lanzan por intervalos, i a veces contínuamente, torrentes de materias fundidas u otras notablemente alteradas por el fuego. Casi todos los volcanes conocidos están colocados en las montañas, i ofrecen una o muchas aberturas de varias formas i tamaños, que dan o han dado paso a la materias ígneas que vienen del interior. Esa boca del volcan se llama *cráter*.

«Todos los volcanes de la superficie de la tierra, dice el distinguido jeólogo aleman Leopoldo de Buch, pueden ser distribuidos en dos clases esencialmente diferentes: los volcanes centrales i las cadenas volcánicas. Los primeros forman siempre el centro de un gran número de erupciones, que tienen lugar al rededor de ellos en todos sentidos i de una manera casi

(1) Esta palabra se deriva del nombre que los romanos daban al dios del fuego, Vulcano

regular. Los volcanes que pertenecen a la segunda clase o las cadenas volcánicas, se encuentran frecuentemente a poca distancia los unos de los otros i en una misma direccion. Se cuentan algunas veces veinte, treinta i quizás mas volcanes dispuestos de esta manera, i ocupan frecuentemente una estension considerable en la superficie de la Tierra. En cuanto a su posicion en el globo, puede ser tambien de dos especies: o bien los volcanes se elevan del fondo del mar en forma de islas i como conos aislados, o bien se elevan sobre la cresta misma de las montañas primitivas i forman sus mas altas eminencias. Estas dos especies de volcanes no difieren entre sí por su composicion i sus productos. Con mui pocas escepciones, todos ellos son formados por la misma especie de roca.»

En el número de los volcanes centrales pueden ser clasificados el Etna en Sicilia i el Vesubio cerca de Nápoles, el Hecla en Islandia, los tres mas notables del mundo por ser los mas conocidos; el Santorin en la isla de este nombre, en el mar del Archipiélago, al norte de Candia; otros en las islas de Sandwich, en las Marquesas, en la Sociedad, en las Azores, en las Canarias, en las Galápagos i en algunos otros puntos que seria largo enumerar.

Entre las cadenas volcánicas pueden señalarse las que existen en la cordillera de los Andes: una a lo largo de Chile, desde la altura de Chiloé hasta cerca de Santiago, otra en los Andes de Bolivia, desde un poco al norte de la línea del trópico hasta Arequipa, i otra en los Andes del Ecuador a uno i otro lado de la línea equinoccial. La América central está recorrida de norte a sur por una cadena de volcanes. Otra atraviesa el territorio mejicano de mar a mar, formando una línea casi recta. La península de Alaska i las islas Aleucianas forman otra cadena de volcanes. De la península de Kamtchatka se estiende otra al traves de las islas Curiles, que llega hasta la isla japonesa de Yeso, i aun puede considerarse que se dilata por todo el Japon. Las islas Marianas forman igualmente una cadena volcánica. Otra se observa en los mares de la China, des-

de la isla de Formosa hasta las Molucas, recorriendo las Filipinas. La isla de Java forma una importante série volcánica que se estiende por el oriente a todas las islas colocadas en la misma zona, i por el noreste a la isla de Sumatra. Puede, pues, decirse que el grande océano Pacífico está rodeado de cadenas volcánicas casi por todas partes.

Segun los mejores datos, hai cerca de quinientos volcanes esparcidos en el globo, tanto en los continentes como en los mares. De este número, solo unos doscientos cincuenta, aproximativamente, han estado en actividad en los tiempos históricos. Los restantes parecen estinguidos si no absoluta, a lo ménos temporalmente. Casi tres cuartas partes de ellos se encuentran en América.

2.—La emision de materias inflamadas i fundidas es casi siempre el efecto distintivo del volcan. Pero esta emision es un fenómeno ordinariamente intermitente. Apénas dos o tres volcanes, como el Stromboli, en el Mediterráneo, entre la Italia i la Sicilia, muestran una perpétua actividad. Los otros no lanzan las materias inflamadas e incandescentes, sino en ciertas crísis llamadas erupciones. Entre las erupciones hai períodos mas o ménos largos de descanso: meses, años, algunas veces siglos. El observador se encuentra, pues, en una época dada en presencia de volcanes, algunos de los cuales se hallan en actividad, miéntras los otros estan en reposo. Cuando este reposo dura desde una época anterior al tiempo de que los hombres guardan recuerdos, se dice que es un *volcan apagado.* El El mayor número de los volcanes de la Tierra es compuesto de volcanes en este estado. En las cordilleras inmediatas a Santiago se encuentra, entre otros, el de Maipo, que se levanta 5,384 metros sobre el nivel del mar, sin dar señal alguna de actividad.

Pero la esperiencia ha enseñado que esta estincion no es siempre definitiva. El jeógrafo griego Estrabon, que escribia un siglo ántes de la erupcion del Vesubio, lo daba a conocer como una montaña revestida en sus laderas por una vejetacion

rica i risueña, pero cuya cima era plana i enteramente estéril; i aunque por el aspecto de las rocas creia ver la antigua accion del fuego i que esa montaña habia ardido en otro tiempo, pensaba que se habia apagado por falta de elementos combustibles. La terrible erupcion del año 79 de nuestra era desmintió esta asercion. Otra montaña fértil i cubierta de verdura, el Gelungung, en la isla de Java, se reveló como volcan activo en 1823, i es ahora uno de los mas terribles de aquel pais. El Sangay, en el Ecuador, comenzó su erupcion en 1728, i las continúa desde entónces casi sin ningun reposo. El Nevado de Chillan, en el sur de Chile, que segun la tradicion no habia dado otro signo de vida que una columna de humo que arrojaba por su cima, i que de noche esparcia luz (1), hizo el 2 de agosto de 1861 una súbita erupcion, i sus materias inflamadas arrasaron bosques estensos i crecidos que se habian formado en sus faldas. Los hielos derretidos por sus escorias, aumentaron estraordinariamente las aguas del rio Ñuble, que arrastraban troncos de árboles i peñascos enormes. Las erupciones se sucedieron hasta principios de 1865; desde entónces, la calma ha vuelto á restablecerse. Parece inútil el agrupar otros ejemplos.

Aparte de esto, la formacion de nuevos volcanes no es tan rara como se cree jeneralmente. La historia nos suministra varios casos; pero ocurridos en paises poco esplorados o en tiempos en que las ciencias no habian alcanzado a un gran desarrollo, esos hechos han quedado jeneralmente mal conocidos. El mas famoso de todos es la formacion del Jorullo, en Méjico, que estudió Humboldt cincuenta años despues de la catástrofe. En la provincia de Mechoacan, en la gran meseta de Méjico, i al oeste de la capital, se hallaba situada la hacienda de Jorullo,

(1) El jesuita Miguel de Olivares, natural de la ciudad de Chillan, dice en su historia de los jesuitas de Chile (Cap. XVII, § IV), que el volcan despedia humo de dia, i de noche se le veia despedir fuego, como él lo vió muchas veces. No debe creerse por esto que aquello fuese una verdadera erupcion volcánica.

con sus campos cultivados de algodon, de caña de azúcar i de añil. Desde el 29 de junio de 1759, se sintieron ruidos subterráneos i numerosos sacudimientos de la tierra, que durante dos meses mantuvieron a los pobladores de aquella comarca sumidos en la consternacion. La calma pareció restablecerse a principios de setiembre; pero el 28 de este mes se notaron muchas aberturas en la tierra por donde salian grandes cantidades de cenizas, i se sintieron de nuevo grandes remezones. «Todo el mundo se refujió a las alturas de Aguasaco, pequeña aldea de indios, situada en una elevacion de mas de 600 metros, dice Humboldt, desde allí se vió, tal es a lo ménos la tradicion, una vasta estension del pais que era presa de una espantosa erupcion de llamas. En medio de éstas, apareció una altura inmensa i sin forma, segun la espresion de los testigos oculares. En esa época, la comarca no era poblada i no hubo ningun muerto, a pesar de la violencia del terremoto.» A los trozos de rocas, a las escorias i a las cenizas lanzadas en los aires, se unian la emision de agua barrosa i enormes desprendimientos de vapor. El volcan surjió poco a poco: formábanlo seis conos de diferentes tamaños, el mas elevado de los cuales lleva el nombre de Jorullo. En los alrededores se levantaron muchos conos, de 1 a 3 metros de altura, que despedian humo i vapores. Un año despues la naturaleza se habia tranquilizado. La temperatura de aquella comarca era mui elevada todavia en la época en que la visitó Humboldt, cerca de medio siglo mas tarde. «Se puede formar una idea, dice este sabio viajero, del estado primordial de nuestro planeta en el tiempo en que la temperatura de la atmósfera, i por consiguiente la distribucion de la vida orgánica, pudieron ser modificadas lentamente bajo todas las zonas, por la influencia del calor interno, comunicándose con el aire esterior, al traves de aberturas profundas.»

El Monte Nuevo, que hoi se ve en el fondo de la bahía de Baia, en la costa de Nápoles, es el resultado de un solevantamiento análogo. Segun un testigo ocular, Francisco del Nero, el 28 de setiembre de 1538 el fondo del mar cerca de Puzzoles

quedó de repente en seco en una estension de cerca de 12,000 metros; i los habitantes aprovecharon la ocasion para cargar en carretas el pescado abandonado por las aguas. Al dia siguiente, por la mañana, el suelo se bajó, i se vió aparecer el orificio del volcan que tenia cerca de cuatro metros. Por la tarde, por el contrario, el suelo comenzó a solevantarse i se hizo tan alto como el monte Rossi. Del cráter del volcan salian, junto con las llamas, escorias i cenizas que, acumulándose, dieron a la colina la forma que tiene al presente. Toda la comarca de los alrededores del nuevo volcan fué cubierta de cenizas i de piedra pómez, en un círculo de 120 quilómetros. Al presente, el Monte Nuevo, este nombre se le dió, tiene 134 metros de altura, i ofrece en su centro un cráter cuya profundidad alcanza, según Dufrénoy, a 128 metros.

Pero los fenómenos volcánicos no se manifiestan solo en el interior de las tierras. Prodúcense igualmente en el seno de los mares, i dan oríjen por el solevantamiento del fondo del océano a islas que en su mayor parte desaparecen, sea que la cima de la nueva formacion se baje sobre sí misma, sea que la accion de las olas ataque i disperse los materiales aun mal agregados de la nueva formacion. En el capítulo anterior, al hablar de las islas, hemos señalado este hecho, recordando algunos ejemplos. Aquí vamos a describir solo un fenómeno, el único que, segun creemos, haya producido una isla estable desde el tiempo de que hai recuerdo.

El 14 de mayo de 1796 se vió levantarse del mar un humo abundante no léjos de la punta norte de Unalaschk, una de las islas Aleucianas. En la noche aparecieron llamas tan intensas, que a 18 quilómetros del lugar de la erupcion se distinguian perfectamente todos los objetos. Entónces un temblor de tierra, acompañado de un ruido espantoso, conmovió todo el suelo, i se vió aparecer en la superficie del mar un punto negro i cónico de cuya cima salian con violencia masas de fuego i piedras. Esta erupcion duró muchos meses, durante los cuales la nueva isla no cesó de incrementarse en tamaño i en altura. En fin, la

intensidad de los fenómenos volcánicos disminuyó: la isla no lanzó mas que humo, i este mismo humo desapareció al cabo de cuatro años. En 1804 algunos cazadores visitaron esta isla: tenia entónces cerca de 4 quilómetros i medio de circunferencia, su altura alcanzaba a 120 metros. Todas las aguas tenian una temperatura elevada; i el suelo, apesar del frio de aquellas altas latitudes, estaba tan caliente, que en muchos lugares era imposible marchar por encima de él. Apesar de la disminucion de los fenómenos eruptivos, la isla continuó creciendo en circunferencia i el pico en altura. En 1806, su cono ardia aun por el lado del norte; i de él salia una lava blanca que corria desde la cima hasta el mar. Al noreste presentaba cuatro pequeños conos dispuestos en escalones; i diversos puntos de los costados del volcan lanzaban grandes cantidades de vapor que depositaban azufre.

Existen en otros mares, como hemos dicho en el capítulo anterior, muchas islas que se han formado de un modo semejante ántes de los tiempos históricos, i que presentan un cráter volcánico mas o ménos bien caracterizado.

3.—Todas las erupciones volcánicas presentan en su conjunto muchas analojías; pero se notan entre ellas notables diferencias en los accidentes i en los pormenores. Por eso, las interesantes descripciones que muchas veces han hecho los testigos de algunas de estas catástrofes, no pueden dar a conocer por completo esta clase de fenómenos. Es famosa la que nos ha dejado Plinio el jóven de la grande erupcion del Vesubio el año 79 de nuestra era; pero no corresponde exactamente a algunas de las erupciones posteriores de ese mismo volcan.

Las crísis volcánicas son jeneralmente precedidas con grande anticipacion por fenómenos que son sus síntomas seguros. Ruidos subterráneos que parecen venir de léjos, aumentan progresivamente en intensidad. Las vertientes de agua de la comarca se secan, el mar se ajita, los reptiles salen de la tierra, los animales manifiestan una visible inquietud, el humo aparece encima del cráter o aumenta notablemente, si existía ántes.

A medida que se acerca el momento de la crísis, los ruidos aumentan, la tierra tiembla, el humo se hace mas espeso, i aparece mezclado de cenizas: nubes sombrías cubren los lugares inmediatos: porciones de materias inflamadas, semejantes a los cohetes de los fuegos de artificio, atraviesan los aires en todos sentidos haciendo oir una detonacion al salir del volcan, i caen al fin a distancias mas o ménos considerables, o se despedazan en el espacio para caer en seguida bajo la forma de una lluvia de cenizas o de una granizada de escorias. Ocurre algunas veces que la erupcion se limita a estos solos fenómenos, como sucedió en el Vesubio el año 79, que cubrió con sus cenizas i sus escorias cinco ciudades; pero de ordinario, una masa de materia fundida, conocida con el nombre italiano de *lava*, se alza en el interior del cráter, se desborda por encima, o sale por aberturas que hace en los costados con su poderosa presion, i produce una multitud de fenómenos curiosos.

Cuando la lava se desborda por encima del cráter, corre por las laderas con mas o ménos rapidez, segun su grado de fluidez i la inclinacion de esas laderas. Cuando éstas se abren, como sucede con frecuencia, en los grandes volcanes ántes que la lava llegue a la cima del cráter, sale violentamente por esas aberturas laterales i corre como un torrente. Ese torrente de fuego llega al pié de la montaña i se esparce por el suelo echando abajo i quemando cuanto encuentra: árboles, edificios, rocas. Enormes corrientes de agua i barro salen algunas veces de las bocas volcánicas. Las nieves de las alturas se derriten en parte i aumentan esas corrientes. Gases deletéreos se acumulan en los lugares bajos i matan a los animales i a los vejetales. En fin, los alrededores de un volcan en erupciones presentan el espectáculo mas hermoso, pero tambien el mas aterrador que se puede ver.

Despues de la espulsion de la lava, los sacudimientos cesan, las esplosiones disminuyen, i el volcan parece volver a la tranquilidad. Es frecuente, sin embargo, que la crísis se repita con las mismas circunstancias durante algunos dias. La atmósfera

ajitada i cargada de vapores se descarga por medio de torrentes de lluvia, que hace una pasta ligosa de la ceniza. Al fin, la tranquilidad se restablece completamente; i pocos años despues, la vejetacion i el cultivo reconquistan el terreno perdido.

El conocimiento de las materias arrojadas por las bocas volcánicas, que son las mismas en todas partes, es mui importante para la esplicacion de este fenómeno.

El *humo* es compuesto en gran parte de vapores acuosos, cargados de gas sulfuroso, hidrójeno, ácido hidroclórico, ácido carbónico i cierta cantidad de azoe. Esas nubes de humo son siempre mui ácidas, i destruyen la vejetacion de las tierras por donde pasan. Las *cenizas* son simplemente la materia de las lavas en un estado de division estrema. Son pulverulentas i mui finas: la pasta que forman con el agua de las lluvias se solidifica i toma el aspecto i casi la consistencia de una roca: se le llama *toba volcánica*. Esto es lo que se ve en Herculano i en Pompeya: esa pasta ha cubierto las dos ciudades, i así han podido conservarse las pinturas, que habrian sido borradas, i las obras de bronce que habrian sido fundidas si la lava hubiera llegado hasta ellas; en esa pasta, ademas, ha podido formarse, como se observa ahora, el molde de muchos objetos que el tiempo ha destruido, i entre ellos el del cuerpo de las personas que perecieron en la catástrofe. Las cenizas arrastradas casi siempre por los vientos, van a caer algunas veces a distancias enormes: se cuenta que las del Vesubio han caido en la costa de Africa; puede recordarse tambien la lluvia de cenizas que en 1534 arrojó el volcan Cotopaxi, causando las mas horribles molestias a una division española que invadia la provincia de Quito, bajo el mando de Pedro de Alvarado. Las *escorias volcánicas* ofrecen grande analojía con las que se forman en los hornos de fundicion: son porciones de materia fundida lanzadas por el volcan. Arrojan éstos ademas grandes trozos de piedra de muchas especies, calcáreas, graníticas, etc., i que sin duda han sido arrancadas del suelo inferior. Los viajeros refieren que entre muchas piedras lanzadas por el Cotopaxi, una

que se halla a tres leguas tiene cerca de cien metros cúbicos, Con el nombre de *bombas volcánicas* se conocen ciertas porciones de la materia fundida que, lanzadas al aire en el momento de la erupcion, han tomado en el espacio la forma esférica con que han caido a la tierra. Por fin, las *lavas*, que no son otra cosa que las materias minerales i rocas de muchas naturalezas en estado de fusion, i que conservan largo tiempo su calor, pasando en su transicion al estado de rocas duras i sólidas, por un período de pasta blanca i caliente de que la industria se aprovecha para hacer bajo relieves ordinariamente mui delicados, oprimiendo esa materia en un molde. Estos artefactos se emplean en alhajas, medallones, etc.

Ademas de estas materias, las bocas volcánicas vomitan algunas veces torrentes de agua mezcladas con una cantidad mas o ménos grande de materias fangosas. En 1731 se vió salir del Etna una corriente de agua salada durante siete minutos: otro volcan en la isla de Java, el Grung-Perpendagan, lanzó una cantidad tan grande de agua caliente cargada de ácido sulfúrico, que inundó una parte del pais. Este fenómeno ha sido esplicado por Humboldt, refiriendo algunos hechos mui curiosos ocurridos en los volcanes de Quito. «Las cavernas que se encuentran en los costados de las montañas, dice el sabio viajero, son trasformadas poco a poco en recipientes de agua subterráneos, que por medio de estrechos canales se comunican con la meseta de Quito. Los peces de los arroyos prefieren multiplicarse en las tinieblas de las cavernas, i cuando los sacudimientos que preceden siempre a las erupciones conmueven la masa entera del volcan, las bóvedas subterráneas se entreabren de repente, i el agua, los peces, el barro son espulsados a la vez. Tal es el fenómeno singular que ha hecho conocer a los habitantes de Quito los pecesitos que ellos llaman preñadillas. En la noche del 19 al 20 de junio de 1698, la cima del volcan de Carguairazo se hundió repentinamente, con escepcion de dos enormes pilares, últimos vestijios del antiguo cráter: en una estension de cerca de siete leguas cuadradas, los terrenos veci-

nos fueron cubiertos i esterilizados por la toba desleida i por un barro arcilloso que contenia peces muertos. Las fiebres perniciosas que se declararon siete meses mas tarde en la ciudad de Ibarra, al norte de Quito, fueron atribuidas a la putrefaccion de un gran número de peces muertos que habia arrojado el volcan de Imbabura.

La cantidad de materias arrojadas por los volcanes en erupcion, es algunas veces enormes. «En la del Tomboro, Sumbawa, en 1815, dice Sir J. Herschel, las cenizas i las escorias eran suficientes para formar tres montañas iguales al monte Blanco, en los Alpes, o para cubrir toda la Alemania con una capa de dos pies de espesor.» La lava arrojada en 1783 por el Skaptar Jokul, en Islandia, ;ha sido computada por Sir Charles Lyell en una cantidad igual por su volúmen al total de agua arrastrada por el Nilo en todo un año.

4.—El número de los volcanes, su reparticion en la superficie del globo, las relaciones mútuas de los fenómenos que ofrecen i su comparacion con otros fenómenos análogos, son nociones jenerales adquiridas por observaciones que pueden llamarse recientes. Antes que la ciencia hubiese hecho estas conquistas, no se consideraba cada volcan sino como un hecho aislado, i se trataba de esplicarlo por una causa enteramente local. El oríjen del fuego que los caracteriza habitualmente, fué atribuido a la conflagracion de vastos montones subterráneos de azufre, de piritas, de hulla, de betunes i de metales. Estas hipótesis, faltas de todo fundamento, son desdeñadas hoi dia, sin que la teoría que se busca esté perfectamente fijada. Todos los ensayos de los modernos tienen por principio que los volcanes son las manifestaciones grandiosas i múltiples de una sola i misma causa jeneral. Unos, considerando el centro de la Tierra como una masa en estado de fusion, cubierta por un corteza sólida, suponen que los fluidos gaseosos que se desprenden de ese centro i que se condensan por efecto del enfriamiento gradual de la superficie terrestre, ajitan esta corteza, la rasgan i consiguen al fin salir a la superficie por el cráter de los volcanes.

Otros creen que las aguas de los mares penetran por ciertas hendiduras en las ardientes entrañas de la tierra, que ahí se evaporizan, formando la rápida emision de gas i de vapores, i que de ahí nacen las fuerzas jigantescas bajo cuyo esfuerzo tiembla i se rompe la costra sólida de nuestro globo. Muchas otras teorías se han formulado para esplicarse la causa de los volcanes sin que hasta el presente haya una sola que satisfaga a todos; pero la primera que hemos indicado, es la que reune el mayor número de sufrajios. Discusiones análogas han tenido lugar sobre la formacion de los conos, al traves de los cuales el volcan lanza las materias inflamadas, en que algunos sábios pretendian ver el efecto del solevantamiento de una porcion de la corteza terrestre. En nuestro tiempo se cree que el cono volcánico se ha formado esclusivamente por las sustancias arrojadas durante sus propias erupciones.

Para resolver la primera de estas cuestiones, es decir, para conocer la causa que produce los volcanes, es importante estudiar su distribucion en la superficie del globo. Al hablar de las cadenas volcánicas, hemos dado a conocer sumariamente la posicion que ocupan. De este estudio resulta que de 226 volcanes que han tenido erupciones de un siglo a esta parte, 155 están situados en islas, i solo 71 en los continentes: aun debe observarse que éstos se encuentran en su mayor parte mui cerca de las orillas del océano o a distancias que no pueden llamarse considerables. Tomando en cuenta el gran número de volcanes que están situados cerca del mar, o aun de los grandes lagos interiores, como el mar Cáspio, se debe admitir que este hecho no es puramente casual, sino que descansa en una lei, en un principio que no conocemos, pero que los observadores futuros llegarán a descubrir.

5.—La Tierra presenta muchos otros fenómenos físicos íntimamente relacionados con los volcanes.

En casi todas las rejiones volcánicas se encuentran porciones del suelo sin cráteres i de donde nunca ha salido lava, cortadas por aberturas de las cuales se escapan contínuamente o

por intervalos, vapores de diversas naturalezas i aguas hirvientes. Se las conoce con el nombre de *solfataras*, por las grandes cantidades de azufre cristalizado que allí se forman. Es famosa, entre todas, la solfatara de Puzzoles, en Nápoles, que forma un vasto circo elíptico, lleno de hendiduras tapizadas de azufre cristalizado, por donde salen vapores que tienen un olor mui pronunciado de ácido sulfurosos. En Chile se encuentran algunas, tres de las cuales han sido reconocidas i estudiadas. La primera, situada en la cordillera de Colchagua, i al pié del volcan apagado de Tinguiririca, se estiende en una planicie que tendrá una hectárea de estension, abierta por muchas grietas, al traves de las cuales se escapa el vapor sulfuroso, dejando en los bordes las cristalizaciones de azufre. Mas al sur, en las cordilleras de Talca, i entre las alturas denominadas Descabezado i cerro Azul, se abrió en 1847 otra solfatara mas estensa todavia que la anterior, que trastornó completamente un camino que por allí corria, i se mantiene aun en actividad. Por último, en las inmediaciones del nevado de Chillan hai otra que presenta los mismos caractéres que dejamos descritos. En la isla de Java, que abunda en volcanes i solfataras, hai una que los naturales conocen con el nombre pintoresco de Valle de la Muerte: despide gases mefíticos que causan la asfixia i la muerte de los hombres i de los animales que llegan hasta ella.

Otras emanaciones vaporosas presentan un carácter mas singular todavia. Con el nombre de terrenos ardientes, se conocen ciertos campos en que se desprenden de una manera constante o intermitente, gases que se inflaman al contacto del fuego, lanzando llamas, cuya altura i cuyo color varían segun las circunstancias i las localidades. Son famosos los que se encuentran en los alrededores de Pietra-Mala, pequeña aldea de Italia entre Bolonia i Florencia; pero son mas importantes todavía los de Bakú, en la pequeña península formada en el Cáspio por la estremidad oriental de los montes Cáucasos, i a cuatro kilómetros de la ribera del mar. Los adoradores del fuego han construido allí un templo al cual ocurren todavía los últimos

sectarios de Zoroastro a rendir adoracion a su divinidad, que se manifiesta por la conflagracion de los gases que despide la tierra. Este mismo fenómeno existe en ciertos puntos de la China i de la América central (1).

Se llaman, segun los paises, salsas, volcanes de aires, volcanes de barro o volcanes gaseosos, ciertas elevaciones de forma cónica, terminada por una abertura de que salen constante o periódicamente, oleadas de barro semi-fluido. Este fenómeno presenta algunas veces los síntomas de una verdadera crísis volcánica; i la erupcion es frecuentemente precedida de temblores de tierra, como la de los volcanes de fuego. En jeneral, las salsas tienen una grande analojía con los verdaderos volcanes; i manifiestan su actividad de la misma manera pue estos últimos, aunque con ménos violencia. Tienen igualmente su época de ajitacion preliminar: la masa barrosa se ajita violentamente i adquiere una alta temperatura; levántase una columna de vapores; el barro i algunas piedras de un volúmen considerable salen del cráter; en fin, una corriente de barro líquido impregnado de sales, se desborda i cubre toda la comarca. El calor es algunas veces mui intenso, la vejetacion perece, i nada falta entónces al cuadro de una erupcion volcánica. Los conos de estos volcanes, que se elevan hasta 7 i 8 metros, están agrupados en gran número en un mismo punto. Se les encuentra en Italia, en el territorio de Módena i en Sicilia, en la provincia de Cartajena, en la Nueva Granada, en la península de Crimea i en la isla de Java. Los naturalistas que han observado este fenómeno piensan que el mismo principio, si no los

---

(1) Cuando fué desecada la laguna de Tagua-Tagua, en el departamento de Caupolican, en Chile, se notaron durante algunos años llamas semejantes, que producian incendio en los sembrados. Sin embargo, la causa de esas llamas era completamente diferente. La descomposicion de los restos vejetales habia producido en el fondo del lago una especie de turba combustible, apesar de estar amalgamada con el barro. Esa sustancia era la que favorecia el desarrollo de los incendios, cuya repeticion alarmaba justamente a los agricultores.

mismos ajentes, animan las salsas i los volcanes. Puede suceder que ciertos gases, tales como el hidrójeno sulfurado, que se encuentra en abundancia en los cráteres inflamados, sean raros o falten absolutamente en las salsas; pero éstas, como los grandes volcanes, tienen el calor por principio motor; i cuando están en actividad, presentan fenómenos de tal manera análogos a los de las erupciones volcánicas, que se puede considerarlos como copias fieles pero reducidas de los grandes volcanes.

6.—En todas las comarcas volcánicas existe un cierto número de fuentes termales, algunas de las cuales saltan al salir de la tierra, i dan oríjen a columnas de vapores semejantes a las que salen frecuentemente de los cráteres. En Islandia, pais casi enteramente volcánico, las fuentes de esta especie son mui numerosas i presentan fenómenos especiales que merecen toda la atencion de los jeólogos i de los físicos.

En esta isla, al pié de pequeñas colinas i en un suelo plano, se notan muchos montoncitos con un pequeño cráter en el centro, de donde salen masas de agua caliente que contienen una gran cantidad de sílice, i que se elevan a una altura mas o ménos considerable. Estas fuentes se denominan *geyser*, que en el idioma del pais quiere decir furor. El gran geyser sale de un montecillo de dos o tres metros de alto, cuya parte superior presenta una prominencia casi cilíndrica, de quince a diez i seis metros de ancho i de dos a tres de elevacion. En su cima hai una grande i profunda abertura que está casi siempre llena de una agua limpia, cuya temperatura se eleva hasta 85 grados. A causa de la trasparencia de las aguas, se puede observar en el fondo un canal mas estrecho que va a perderse en las profundidades de la tierra. Esta masa de agua no está tranquila: se ajita con mucha frecuencia en medio de ruidos subterráneos semejantes a las descargas de artillería. Pero en períodos mas o ménos regulares, se hacen oir ruidos mas violentos; la tierra se sacude; i se eleva a una altura de 30, de 40 i aun de 50 me-

tros, una columna de agua que, por poseer una temperatura mui elevada, esparce en los aires una gran cantidad de vapores. La sílice disuelta en esa agua forma poco despues que ha caido al suelo, i a consecuencia del enfriamiento, incrustaciones visibles. Fenómenos análogos tienen lugar en otras bocas de dimensiones mas pequeñas. Estas erupciones suelen durar hasta cinco minutos.

Las observaciones termométricas efectuadas en los geysers de Islandia revelan un alto grado de calor. En las capas superiores de estos depósitos se encuentra una temperatura de 85 grados; pero sumiendo el termómetro a una profundidad de trece metros, se han hallado hasta 127 grados de calor. Estos i otros hechos observados han permitido formular una teoría que esplica la causa de este fenómeno tan singular. Se ha visto que las erupciones de los volcanes de Islandia producen grandes cavidades formadas por las corrientes de lava; i se supone que una de ellas, al paso que recibe el calor del foco volcánico, recoje tambien las aguas que penetran por infiltracion. El agua de la caverna debe trasformarse en vapor; i se comprende que esa enorme cantidad de vapores, acumulándose en la cavidad i en los canales subterráneos, debe ejercer una fuerte presion contra las paredes de la caverna i tambien contra la superficie del agua que llena una parte de la gruta i que se encuentra en ebullicion. Ese vapor acumulado, a medida que aumenta el calor, adquiere una mayor fuerza de espasion, i acaba por vencer la resistencia del agua, lanzándola violentamente.

Los geisers de Islandia son los mas famosos entre los fenómenos de esta naturaleza pero se encuentran tambien en otros puntos de la tierra, en Java i en la isla del norte de la Nueva Zelanda, i aun se dice que en California. Los del segundo pais ofrecen un espectáculo maravilloso, mediante el desprendimiento de las aguas por las laderas de una colina cortada en gradería.

7.—Se relaciona jeneralmente con los volcanes, o a lo ménos con la accion del fuego central, la existencia de las grutas i ca-

vernas que se encuentran en el interior de la tierra. Pero no todas ellas tienen un oríjen plutónico o ígneo, como vamos a verlo en seguida.

Las grutas i cavernas son vastas aberturas formadas en las rocas de diversa naturaleza, principalmente calcárea i de sedimento, que comunican con la superficie esterior del suelo, ya por un agujero grande i visible, ya por un respiradero que apénas revela su existencia. Léjos de ser regulares en sus dimensiones, esas aberturas se estieden en la masa del terreno, elevándose o bajándose, dilatándose o estrechándose alternativamente. Muchas de las grutas se componen de una serie de salas o secciones comunicadas entre sí por pasadizos mas o ménos estrechos, mas o ménos inclinados, i a veces por medio de pozos o agujeros verticales mui semejantes a los pozos de las minas. Hai algunas que tienen dos o varias salidas esteriores i forman así inmensas galerías en un cuerpo o divididas. Otras, por el contrario, se terminan con murallas cerradas, i no tienen mas que una salida. Algunas tienen en su interior aguas subterráneas, donde se deslizan rios o corrientes de agua que se sumen en esas profundidades, de tal suerte que el que las visita no puede recorrerlas en toda su estension sin el ausilio de una chalupa. En los terrenos calcáreos, las grutas están jeneralmente adornadas de depósitos igualmente calcáreos, debidos a la infiltracion de las aguas, i que se denominan estalactitas i estalagmitas, voces ámbas derivadas de un verbo griego que significa caer gota a gota. Las primeras son agujas calcáreas que penden verticalmente del techo de la gruta: a cada una de ellas corresponde en el suelo un cono vertical formado de la misma materia: éstas son las estalagmitas. A la primera mirada, esas largas gotas petrificadas parecen compuestas de una sustancia fluida; i en efecto, son formadas por las incrustaciones sucesivas depositadas por las infiltraciones de las aguas que destilan incesantemente de la bóveda superior de la gruta. Esas aguas van a reunirse en gotas en las partes mas salientes del techo, i la evaporacion del ácido sulfhídrico que contenia, determina, en el

punto en que cada gota se reune, un depósito calcáreo. Las gotas que siguen á las primeras, acrecientan este depósito al deslizarse sobre su superficie, i con los siglos, la estalactita llega hasta juntarse con el depósito inferior, la estalagmita, que se ha formado lentamente tambien con el depósito de la sustancias contenidas en las gotas que caen. Estos depósitos toman frecuentemente las formas jenerales de vastas columnatas, de cortinas o de franjas jigantescas, cuyos cristales brillan a la luz de las antorchas i ofrecen a los que visitan las grutas un espectáculo grandioso que hace la celebridad de muchas de ellas. La temperatura es casi siempre mas baja en ellas que la del aire esterior; i aun algunas veces es exesivamente fria.

Las grutas i cavernas de esta naturaleza deben su oríjen a la accion de las aguas. Se comprende que una vertiente que corre debajo de tierra, debe corroer i desgastar el suelo inmediato a su lecho cuando éste está formado de materias blandas o disolubles en el agua, i que esta accion contínua durante un largo período de siglos, acabe por formar una escavacion cuyas dimensiones nos parecen prodijiosas. El desprendimiento natural, por el solo efecto de la gravitacion, de grandes masas de tierra de las bóvedas de la caverna, i que las aguas del arroyo desagregan lentamente i arrastran consigo, contribuye a formar esas estensas cavidades i a esplicar este fenómeno. Aun en las grutas en que el arroyo ha desaparecido por algun trastorno del suelo o en que solo se deja ver la accion de las aguas por simples infiltraciones, la accion neptuniana o acuosa es perfectamente perceptible, aunque puede tambien haber sido ayudada por algun sacudimiento del suelo.

Pero hai ademas otras grutas i cavernas formadas de rocas basálticas i eruptivas, cuyo oríjen volcánico, o a lo ménos ígneo, no puede ponerse en duda.

Se da el nombre de basalto a unas rocas cuyas masas están divididas en prismas mas o ménos regulares, i que tienen ordinariamente muchos metros de largo. Se encuentran grandes masas de basaltos en las bases del Etna; i en muchas partes, la

disposicion de estas rocas presenta apariencias estraordinarias, la configuracion de columnas prismáticas, que parecen talladas a mano. En ciertos lugares el basalto sirve de base o de corona a las montañas: en otros forma escollos peligrosos en el mar, como se ve en los alrededores de Catana, en Sicilia; i por último, forma grutas admirables, cuyas murallas parecen estar formadas por una inmensa cantidad de columnas agrupadas unas sobre otras. La mas famosa de todas es la denominada de Fingal en la isla de Estafa, una de las Hébridas, al norte de la Escocia, que tiene su entrada del lado del mar por una abertura de 24 metros de alto sobre 12 de ancho. Las columnas verticales que componen la fachada i sus paredes laterales, son de la mas perfecta regularidad.

Existen ademas de ésta muchas otras grutas célebres por mas de un motivo. Entre las que tienen un oríjen evidentemente volcánico, debemos citar la denominada del Perro, situada en los alrededores de Nápoles, la cual, aunque pequeña, debe su celebridad a un desprendimiento de ácido carbónico que por ser mas denso que el aire, forma en la superficie del suelo una capa bastante espesa para que un perro que penetre allí, perezca asfixiado, miéntras que un hombre puede mantenerse de pié sin esperimentar nada. En las orillas del Rhin, entre Tréveris i Colonia, existe una gruta de oríjen neptuniano, cuyas columnas, formadas de piezas redondas, han sido comparadas a los quesos apilados, i le han hecho dar el nombre de gruta de los Quesos. En Francia, en la orilla izquierda del Ródano, existe la gruta de Nuestra Señora de la Balma, cuya entrada ha sido trasformada en una capilla de la vírjen. Otra, la gruta de Santo Domingo, cerca de Cartres, tiene mas de un quilómetro i medio de estension. Son famosas entre las grutas americanas la de Guacharo, en Venezuela, visitada por Humboldt, i cuya bóveda tiene 24 metros de alto sobre 27 de ancho: está habitada por una muchedumbre de aves nocturnas llamadas guacharos, cuyos gritos espantaron a los guias que acompañaban al célebre viajero, i no le permitieron reconocer

mas que 820 metros (1). La mas vasta que se conozca en el mundo entero se llama caverna de Mammouth, situada en Kentucky, en los Estados Unidos, a 100 quilómetros de Lousville. La descripcion de esta vasta gruta ha sido hecha de una manera interesante por el viajero L. Deville; se encuentran allí vastas salas, numerosos corredores, una nave inmensa decorada de jigantescas estalactitas, a la que se ha dado el nombre de *iglesia;* una cámara llamada de los *aparecidos*, porque se encuentra allí una cantidad de momias de indios; el *Camino de la humildad*, que se recorre en cuatro piés; la *Cátedra del diablo*, el *Abismo sin fondo* (lo que es exacto); despues se llega a la *Cúpula del Mammouth,* que tiene 130 metros de elevacion; mas léjos, a la *Cámara estrellada*, al *Mar muerto*, hoya de cerca de 10 metros; luego a una ancha corriente de agua, el *Estijio*, que se atraviesa en canoa; despues de haberla pasado se encuentra el *Salon de nieve,* las *Montañas rocosas*, en fin, la *Gruta de las hadas*. Entónces, dice el viajero, se han andado 16 quilómetros. En suma, se han esplorado cerca de 40 quilómetros de estas inmensas cavernas, i quedan aun muchos pasadizos i vericuetos que no han sido reconocidos. En algunos riachuelos de ciertas grutas, existen peces i otros animalillos sin ojos. Las grutas i cavernas que hasta ahora se han observado en Chile son tan pequeñas que casi no merecen mencionarse. Una que visitó don Claudio Gay en 1831, i a la cual dió el nombre de Cueva de Molina, en honor al historiador chileno de este nombre, está situada cerca de la costa del departamento de San Fernando, i mide solo unas 18 varas de largo por unas 12 de ancho. Su formacion es debida esclusivamente a las infiltracio-

---

(1) Puede leerse la historia de esta esploracion, i la descripcion de aquella gruta, escrita por el mismo Humboldt, en su *Voyage aux régions equinoxiales du nouveau continent,* chap. VII, tom. III, pag. 149 i siguientes, donde se hallarán algunas consideraciones mui interesantes sobre esta clase de fenómenos. La traduccion castellana de esta obra célebre es de tal manera disparatada que no se puede tener fé ninguna en ella.

nes de las aguas que han arrastrado i disuelto las tierras blandas que ántes la llenaban.

7.—«Por formidable que sea para el espectador la erupcion de un volcan, dice Humboldt, está, sin embargo, circunscrita a estrechos límites. No sucede lo mismo con los terremotos. La vista distingue apénas las oscilaciones del suelo; pero sus estragos pueden estenderse a millares de leguas. En los Alpes, en las costas de la Suecia, en las Antillas, en el Canadá, en Turinjia, i hasta en los pantanos del litoral del Báltico, se sintieron los sacudimientos del terromoto que destruyó a Lisboa el 1.º de noviembre de 1755. Rios lejanos fueron desviados de su cauce: las fuentes termales de Teplitz, en Bohemia, se secaron al principio, i en seguida volvieron a aparecer coloreadas por arcillas ferrujinosas, e inundaron la ciudad. En Cádiz, las aguas del mar se elevaron a 20 metros de su nivel ordinario: en las pequeñas Antillas, las olas, negras como la tinta, subieron a una altura de mas de 7 metros. Se ha calculado que en ese dia fatal los sacudimientos se hicieron sentir en una estension cuatro veces mas grandes que la de Europa. Ninguna fuerza destructiva es capaz de hacer perecer tantos hombres a la vez en un espacio tan corto de tiempo: en algunos minutos, o aun en algunos segundos, 60,000 hombres perecieron en Sicilia el año 1693; 30 o 40,000 en el terremoto de Riobamba (Ecuador) en 1797; quizás cinco veces este número en el Asia Menor i en Siria, bajo Tiberio i bajo Justino el Antiguo, en los años 19 i 526 de nuestra era.» El terremoto de Caracas en 1812, aunque circunscrito a una corta estension de territorio, causó la muerte de mas de 10,000 personas; i el que arruinó el 20 de marzo de 1861 la ciudad de Mendoza, mucho ménos poblada que la anterior, causó la pérdida de cerca de 8,000 vidas.

Las observaciones practicadas hasta el presente no revelan la existencia de fenómenos que precedan a la catástrofe. Se ha dicho que los arroyos corren con ménos velocidad o se secan ántes del temblor de tierra; que desde algunos dias ántes se sienten ruidos precursores; que se perciben emanaciones gaseo-

sas en las montañas vecinas; que desaparece el humo que despiden los volcanes; pero no se ha llegado a comprobar la exactitud de estos hechos, ni a fijar una regla verdadera. El movimiento que constituye este gran fenómeno jeolójico tiene lugar de diferentes maneras. Frecuentemente es una simple trepidacion, como si la tierra hubiese sido chocada de alto a abajo en un punto único: otras veces es un movimiento de oscilacion en una direccion horizontal, que se asemeja a los vaivenes de un buque en un mar ajitado; en algunos casos tiene una especie de movimiento jiratorio. El sacudimiento de la tierra sorprende siempre a los hombres; i aun en los paises en que estos fenómenos son mas comunes, produce siempre la consternacion i el espanto. El sacudimiento no es nunca de mucha duracion. El terremoto que asoló la isla Guadalupe, en las Antillas, en 1843, se hizo sentir durante mas de un minuto; pero jeneralmente el terremoto no tiene un minuto de duracion. Los mas violentos sacudimientos no son los mas largos: de ordinario bastan algunos segundos para destruir una ciudad, cambiar el aspecto de una comarca i causar los mayores desastres. La tierra se abre en grietas profundas, el mar se ajita estraordinariamente, se retira accidentalmente de la playa para volver a ocupar su lecho, i aun muchas veces para salir fuera de sus límites i arrasar las construcciones i ciudades, como sucedió en el espantoso terremoto del Callao (Perú) el año de 1746, i como se repitió en 1868 en el terremoto que asoló el sur del Perú. Es raro que un terremoto consista en un solo sacudimiento: esto no sucede sino en las pequeñas conmociones; pero en las grandes catástrofes, al remezon principal suceden otros que se repiten durante horas, dias, semanas, meses i aun años. Despues de un gran terremoto que tuvo lugar en la República de San Salvador, América Central, en 1856, se contaron 118 remezones. Despues del terremoto que destruyó a Lisboa, la tierra tembló durante dos meses. En el espantoso terremoto de Calabria, en 1783, los temblores se repitieron durante cerca de cuatro años consecutivos, i se refiere que en el

primero de ellos tuvieron lugar 949 temblores, de los cuales 501 fueron verdaderamente formidables. Humboldt refiere que los temblores de tierra han ocasionado en la América del Sur la invasion súbita i ántes de la época ordinaria, de la estacion de las lluvias. En Chile i en otros paises, se observa que despues de un terremoto, el cielo se cubre de nubes espesas, i con frecuencia caen copiosos aguaceros. Este fenómeno, al cual no se ha encontrado una esplicacion satisfactoria, es producido quizas por una perturbacion que los sacudimientos producen en el estado eléctrico de las capas aéreas.

«Si se pudiese tener noticia del estado diario de toda la superficie terrestre, dice Humboldt, veríamos que esta superficie está siempre ajitada por los sacudimientos en algunos de sus puntos. Cuando se considera la frecuencia i la universalidad de este fenómeno, se comprende que es independiente de la naturaleza del suelo en que se manifiesta.» En efecto, cualquiera que sea la estructura del terreno, los terremotos se hacen sentir, si bien su intensidad es menor en las tierras bajas, distantes de las montañas i formadas por aluvion. Pero no es la constitucion química de las rocas, es su estructura mecánica lo que influye sobre la propagacion del sacudimiento. Como las cadenas de montañas parecen haber sido solevantadas dejando abajo largas bóvedas, es probable que las paredes de estas aberturas favorezcan la propagacion de las ondas conmovidas. En Venezuela, los terremotos han atravesado la cordillera del litoral, i pasando al traves de los llanos, han recorrido la sierra de Parima. En Asia se ha observado el mismo fenómeno, esto es, los terremotos se han hecho sentir al traves de espesas cadenas de montañas. El terremoto que arruinó a Mendoza en marzo de 1861, se sintió en Santiago con una notable intensidad, al traves de los Andes.

Como hemos dicho mas arriba, los terremotos se hacen sentir mas o ménos en todos los paises de la tierra; pero hai algunos en que son mas frecuentes i terribles. Se ha observado que su repeticion es mas constante en los paises situados en la cos-

ta occidental de los continentes; pero, como veremos mas adelante, no se conoce una razon que esplique este hecho. Los grandes terremotos que han tenido lugar en Chile, en el Perú, en el Ecuador, en Nueva Granada, en Venezuela, en la América Central i en una parte de los Estados Unidos, i de que se conservan noticias en la historia, han dado a estos paises una funesta nombradía; pero los terremotos del Asia, aunque ménos conocidos, no son ménos terribles. La Europa, donde evidentemente son mas raros que en América, ha sido testigo de cataclismos terribles ocurridos en Portugal, en España, en Italia, en Turquia i aun en una parte de Francia.

9.—¿Cuál es la causa de este fenómeno? La ciencia ha tratado de descubrir este misterio, pero hasta ahora solo se han formado hipótesis i teorias mas o ménos aceptables. Vamos a tratar de dar a conocer las mas importantes de ellas.

Humboldt i Leopoldo de Buch, tratando de jeneralizar los hechos aislados i de abrazar un gran número de fenómenos en una concepcion única, creen que los volcanes i los temblores de tierra son los efectos del fuego central. Los gases i los vapores que se desprenden de la masa en fusion i se condensan por el enfriamiento gradual de la corteza terrestre, producen, segun ellos, por su fuerza de espansion, sacudimientos mas o ménos violentos, hasta que pueden salir a la superficie por las hendiduras que hacen. Algunos sectarios de esta teoria agregan que las aguas del mar penetran por grietas profundas i se trasforman en vapor que rompe la corteza del globo produciendo los volcanes i los terremotos.

Un célebre jeólogo norte-americano, M. Rogers, cree que los teremotos son debidos a una pulsacion de la materia fluida bajo la costra terrestre, pulsacion que se propagaria como una grande ola que se traslada de un punto a otro. El movimiento de las partes rocosas creado por esa ola, produciria la oscilacion de la corteza terrestre.

Otros observadores, dos de los cuales, el naturalista ingles Darwin i el jeólogo frances Boussingault, gozan de una alta

reputacion científica en nuestro siglo, consideran como principio fundamental de los terromotos el abajamiento i la ruptutura de las cavernas subterráneas a consecuencia de la presion de las masas que soportan. En vista de los frecuentes terromotos que tienen lugar en la América del Sur sin que sean acompañados de erupciones volcánicas, suponen esos dos sabios que existen en el interior de las altas montañas de las cordilleras, cavidades profundas, cuyas bóvedas se unden bajo el peso que las carga; i esos hundimientos subterráneos, al paso que producen un abajamiento gradual de las montañas i el solevantamiento de las tierras mas bajas, son causa de los sacudimientos a que estos paises parecen estar eternamente sometidos. El ruido que acompaña a estas terribles conmociones, mui semejante al que produce el hundimiento de las galerías de mina, contribuye a fortificar esta hipótesis.

Omitiremos el esplicar otras teorías sostenidas por sabios distinguidos, ya sea desarrollando i modificando las tres anteriores, ya atribuyendo su causa a la accion de los volcanes submarinos, el magnetismo terrestre, los torbellinos de los vientos, la electricidad i la disminucion de la presion atmosférica. Todas ellas, por absurdas que parezcan a primera vista, son el resultado de un estudio detenido de los hechos que se analizan, i estan apoyadas en pruebas que si no convencen, hacen a lo ménos meditar sériamente. Pero debemos dar a conocer una hipótesis que ha llamado mucho la atencion en el último tiempo. Un sabio frances, M. Perrey, despues de haber hecho los trabajos mas pacientes que es posible imajinar sobre los terromotos que han tenido lugar en casi todos los paises de la tierra i sobre la época i la hora en que se han verificado, cree que no es fácil asignar una causa única a todos ellos; pero tomando en cuenta que los sacudimientos son mucho mas frecuentes en el momento del plenilunio, i cuando la luna está en el perijeo, piensa que este astro ejerce una influencia real sobre las ajitaciones del suelo obrando sobre las materias líquiquidas que hai en el interior del globo, así como ejerce su ac-

cion, por medio de las mareas, sobre las que ocupan la mayor parte de su superficie esterior (1).

10.—Volvemos a repetirlo: el ajente misterioso que conmueve la corteza terrestre por medio de las erupciones volcánicas i de los terremotos, no es perfectamente conocido i caracterizado todavía. Los hombres no han podido descubrir la causa, pero sí han observado los efectos múltiples de estas conmociones.

Los terremotos rompen la tierra haciendo aberturas de formas mui diversas: unas prensentan la apariencia de un vidrio quebrado por un golpe dado en el centro; en otras, la abertura es lonjitudinal. Algunas de ellas, sobre todo cuando el sacudimiento ha sido intenso, alcanzan dimensiones mui considerables. La mas grande de que tengamos noticia se observó en Plasencia, en Calabria, despues del espantoso terremoto de 1783. Medía cerca de dos quilómetros de largo por 34 metros de ancho i 10 de profundidad. Muchas de ellas se abren i se cierran alternativamente, encerrando en su seno a los hombres, los animales, los árboles i aun los edificios que ocupaban el terreno en que se hace la hendidura. Otras permanecen abiertas i dan salida a emanaciones gaseosas i a corrientes de aguas que forman en poco tiempo estensas lagunas, como sucedió en la hoya del Mississippi en 1811 i 1812; o atraen a su centro las aguas de los arroyos vecinos, que dejan enteramente secos. Frecuentemente al cerrarse, las dos orillas de la abertura cambian de nivel: o ámbas han sido solevantadas, i forman una especie de prominencia; o solo se ha solevantado una de ellas, miéntras la otra se ha hundido, de donde resulta una brusca desigualdad de nivel. Despues de algunos terremotos, se ha

(1) Conviene advertir aquí que esta teoría a que ha dado prestijio M. Perrey con sus prolijas observaciones, es mucho mas antigua de lo que se crée. Se encuentra consignada en algunos escritores del siglo XVII. El ilustre físico Ampère no dudaba del poder de esta causa, i Humboldt la miraba como probable.

observado que ciertos edificios se encontraban a una altura superior de la que tenian, miéntras que otros situados al lado se hallaban hundidos.

Las montañas conmovidas por los remesones de la tierra, se desgarran, como sucedió en Jamaica en 1692; i masas enormes de tierra, piedras i árboles se precipitan por sus laderas a los valles, causando los mas horribles estragos. Algunas veces, esos desmontes han cerrado el paso a los rios o arroyos, i se han producido así lagos que mas tarde han roto los obstáculos, causando los mas terribles destrozos.

Todos estos accidentes, por considerables que sean, modifican poco la constitucion de la corteza terrestre; pero hai otros que acompañan frecuentemente a los terremotos i que producen resultados mas trascendentales. Queremos hablar de los solevantamientos i depresiones.

El espantoso terremoto que asoló la ciudad de Lima i el puerto del Callao en 1846 es uno de los cataclismos mas desastrosos de que se conserva recuerdo. En el Callao, el mar se hinchó alcanzando a una prodijiosa altura, invadió el terreno seco de la ciudad hasta una legua de distancia, i barriendo furioso al regresar a su cauce, con pueblo, murallas i habitantes, apénas dejó en pié uno que otro trozo de pared. Todo un templo fué arrastrado por las aguas hasta la isla de San Lorenzo. En ese puerto sucumbieron cerca de 7,000 habitantes i en Lima 5,000. El terror impidió observar los cambios jeolójicos producidos por este terremoto i los que se le siguieron inmediatamente; pero muchos años despues, el viajero austriaco Tschudi, comparando los mapas antiguos con los modernos, ha manifestado que la costa del sur i del norte de Lima esperimentó un hundimiento.

El terremoto que en junio de 1819 ajitó el delta del Indo, produjo otros efectos jeolójicos que por desgracia no fueron debidamente estudiados. Los sacudimientos duraron cuatro dias, desde el 16 hazta el 20 de junio, dia en que hizo su erupcion el volcan Dinodur, que se alza a cerca de 50 kilómetros

de la ciudad de Bhoudj. Muchas ciudades situadas en el territorio bajo que se encuentra en las inmediaciones del golfo de Cutch, fueron destruidas o sumerjidas por el hundimiento del suelo. Un brazo del rio, que poco ántes no tenia en la baja marea mas que treinta centímetros de profundidad, se halló con seis metros de agua despues del choque. Por otra parte, inmediatamente despues del sacudimiento principal, se formó al traves de la rama oriental del rio una elevacion de muchos kilómetros de largo de este a oeste, con un ancho de 26 kilómetros en algunos lugares i con una altura de tres metros. Las marismas saladas del Rin se dilataron considerablemente por el hundimiento de una vasta estension de terrenos, i han formado un desierto arenoso en la época seca, i un lago en el tiempo de las lluvias.

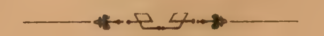
La costa de Chile ha esperimentado tambien importantes modificaciones a consecuencia de los terremotos. Todo hace creer que desde tiempos remotos estos sacudimientos han elevado el suelo de esa rejion de nuestro territorio, porque la costa presenta una disposicion jeneral en graderías cuyo paralelismo con la ribera actual, así como las conchas que ahí están depositadas, inducen a considerarlas como antiguas riberas, aunque se elevan muchas veces a cerca de 20 metros sobre el nivel del mar. Pero este solevantamiento ha sido sensible despues de los grandes terremotos. En la noche del 10 de noviembre de 1822 un violento temblor conmovió el territorio de Chile. Santiago i Valparaiso fueron el centro del terremoto; pero el remezon producido por éste, se hizo sentir en una estension de 2,000 kilómetros al norte i al sur. En la mañana siguiente se observó que toda la línea de la costa se habia elevado encima de su primer nivel. En Valparaiso el solevantamiento era de cerca de un metro: un poco mas al norte era mayor. Algunas rocas que siempre habian estado debajo de las aguas, quedaron parcialmente descubiertas con los mariscos que estaban adheridos a ellas. La putrefaccion de éstos produjo exalaciones infectas i malsanas. El 20 de febrero de 1835 tuvo lugar otro

terremoto que arruinó las ciudades de Concepcion, Talcahuano i Chillan. La costa de esa parte del pais esperimentó un solevantamiento de mas de un metro; pero se bajó gradualmente de suerte que al cabo de dos meses su elevacion sobre el antiguo nivel era solo de 60 centímetros.

Debe atribuirse igualmente a los temblores otro fenómeno no ménos singular: el hundimiento gradual pero sumamente lento de las altas montañas. En el espacio de 60 años que han mediado entre las esploraciones de Humboldt i las de otros viajeros mas recientos en los Andes ecuatoriales, ha podido notarse una lijera depresion que casi no puede atribuirse a otra causa que a los terremotos (1). Estos hechos, que nos parecen tan estraordinarios, son bien poca cosa en comparacion de las grandes revoluciones de que la Tierra ha sido teatro. En presencia de los hechos que se verifican en nuestro tiempo, no es permitido mirar como ridículas i fabulosas las tradiciones conservadas por algunos escritores de la antigüedad. Plinio, refiriéndose a algunos autores mucho mas antiguos, dice que la Sicilia fué separada de la Italia por un terremoto que abrió el estrecho Mesina; que la isla de Chipre fué tambien separada de la Siria, i la isla de Eubea (Negro-ponto) de la Beocia. La observacion científica ha podido comprobar que por medio de revoluciones mucho mas intensas que los terremotos de nuestro tiempo, se han ejecutado en la superficie del globo cambios mas estraordinarios que todos los que recuerda la tradicion de los hombres.

---

(1) En un artículo publicado en la *Revista de Santiago* (tomo II, páj. 18 i sig.) señalé las diferencias de medidas de alturas observadas en los Andes ecuatoriales en el intervalo de tiempo trascurrido desde 1745 hasta 1870.



CAPITULO VI

Aguas continentales

1. Circulacion jeneral de las aguas.—2. La nieve; su derretimiento; avalanchas.—3. Ventisqueros; su formacion; su estructura; su marcha; morainas; lugares en que se observan los ventisqueros; formacion de los torrentes.—4. Manantiales; su formacion; manantiales constantes e intermitentes; aguas termales i minerales, sus diversas especies; fuentes incrustantes i petrificantes; pozos artesianos.—5. Los rios; afluentes; hoya o rejion hidrográfica.—6. Curso superior de los rios; desgaste de las tierras; cataratas; cascadas, rápidas.—7. Curso medio de los rios; creces; inundaciones en la zona tórrida; desaparicion absoluta o accidental de los rios; formacion de las islas fluviales.—8. Curso inferior de los rios; materias que arrastran sus aguas; modificacion de las costas producida por esas materias; deltas; estuarios; barras; causas que las producen, cantidad de agua que arrastran los rios.—9. Lonjitud de los principales rios de la Tierra.—10. Lagos; sus diversas especies; los lagos de la América del Norte; el mar Caspio i el mar Muerto; fenómenos observados en los lagos; principales lagos de la tierra.—11. Pantanos i marismas.

1.—Las aguas que corren sobre la superficie de la Tierra para precipitarse en los mares despues de un viaje mas o ménos rápido i por caminos mas o menos tortuosos, describen incesantemente un círculo, del cual nosotros no vemos en realidad mas que una parte. Las vemos caer del cielo en forma de lluvias i de nieve, desprenderse de las montañas o salir de las entrañas de la Tierra. correr por su superficie con variados

accidentes i llegar al mar para perderse en la inmensidad de las aguas salobres; pero no percibimos con la misma claridad el segundo trayecto, es decir, su vuelta del mar a las tierras, para continuar el círculo eterno que describen.

Todas las capas de aguas que existen en el globo, los mares, los lagos, los rios i aun los pantanos, esperimentan por la evaporacion una pérdida contínua. Las aguas elevadas al aire por esa evaporacion, forman las nubes que se resuelven en lluvia o en nieve; i la atmósfera devuelve así al mar lo que le había quitado. Se establece, pues, una circulacion contínua cuyos términos son: evaporacion de los mares, de los lagos, de los rios i de los pantanos; formacion de las nubes; traslacion de las nubes al interior de los continentes; caida de las aguas en forma de lluvia o en forma de nieve; derretimiento de las nieves i formacion de los rios, o penetracion de las aguas pluviales en el suelo i salida por medio de los manantiales i de los arroyos; i en fin, su vuelta al mar por el cauce de los grandes rios (1).

---

(1) Este hecho, que hemos llamado la «circulacion jeneral de las aguas», ha sido esplicado con tal lucidez i con tal elegancia por el eminente físico inglés Mr. Tyndall, que no podemos resistir al deseo de traducir, abreviándolas, algunas de las pájinas de su precioso libro *Les Glaciers et les transformations de l'eau* (Bibliotheque scientifique internationale). El capítulo de donde las estractamos tiene un título aparentemente paradojal, i que sin embargo encierra una gran verdad científica: «Cómo el hielo de los Alpes saca su oríjen del calor del Sol.»

«Todo fenómeno de la naturaleza, dice Mr. Tyndall, está precedido de ciertos fenómenos que son su causa, i seguido de otros fenómenos que son sus efectos...Remontemos hasta el oríjen de un rio. Si lo tomamos desde su embocadura, vemos que de tiempo en tiempo recibe afluentes que aumentan el volúmen de sus aguas. Naturalmente, el rio es menor mas arriba de esos afluentes. Al fin es un arroyo que se subdivide en varios hilos de agua. Pero es evidente que todavia no hemos llegado al verdadero oríjen de los rios. ¿De dónde sacan sus aguas esos hilos primitivos? La mas lijera observacion demuestra que son alimentados por las lluvias, que en el tiempo seco ellos disminuyen su volúmen i casi se secan, i en el tiempo de lluvias se trasforman en torrentes espumosos.

«Otras veces, remontando un rio en busca de su oríjen, se llega a un

La evaporacion de las aguas se verifica en todas partes i bajo todas circunstancias; pero es mas rápida cuando la temperatura está mas elevada i cuando el aire se renueva frecuentemente por la ajitacion del viento. En las rejiones polares, la evaporacion es poco sensible; en los climas templados se verifica con alguna lentitud; pero en las rejiones tropicales se efectúa con una rapidez maravillosa. El agua perdida por la evaporacion se disuelve primero en la atmósfera bajo la forma de vapor de una trasparencia perfecta; pero cuando la temperatura es mas baja, es decir, cuando se enfría, i cuando el aire ha tomado una cantidad de vapor mayor de la que puede contener a esta temperatura, ese vapor, que no puede mantenerse ya en disolucion, pasa de nuevo al estado líquido. Entónces se deposita en forma de rocío o toma una constitucion *vejicular* i forma las nubes i las neblinas. Si esas pequeñísimas vejículas atraviesan un aire húmedo al caer, aumentan de volúmen, condensando el agua atmosférica al rededor de ellas. Otras veces, al atravesar en su caida capas de aire mas secas, se dilatan

---

ventisquero, gran banco de hielo que le da nacimiento. Así, las primeras aguas del Ródano provienen del derretimiento del hielo. Subamos al ventisquero, i veremos que despues de cierta estension, la nieve reemplaza al hielo. La nieve ha caido del cielo, como cae la lluvia.

«Pero no podemos detenernos aquí. ¿De dónde viene la lluvia i la nieve? Ellas no caen de un cielo sereno: descienden de las nubes. Pero, ¿qué son las nubes? Sin vacilar, podemos compararlas al vapor condensado de una locomotiva. Cada vez que la máquina respira, lanza una nube. Esa nube es el vapor que proviene del agua del caldero. En el caldero este vapor es trasparente e invisible; pero cuando se mezcla al aire frio que encuentra mas arriba de la chimenea, deja de estar en el estado de vapor. Cada molécula de vapor se condensa por el resfriamiento, en una molécula de agua mucho mas pequeña. Las moléculas líquidas producidas de esta manera forman una especie de polvo de agua de una estrema tenuidad, que flota en el aire i toma el nombre de nube. En un tiempo fresco, la nube permanece largo tiempo visible. En un tiempo seco i ardiente es absorbida rápidamente por el aire. Así, pues, calentando el agua nosotros la transformamos en vapor: en seguida el enfriamiento de ese vapor hace una nube.

«¿Existe en la naturaleza un fuego que pueda producir las nubes de

i se evaporan de nuevo. Las lluvias que caen directamente en los lagos i en los mares sirven inmediatamente para restituirles las aguas que pierden cada dia por la evaporacion. Pero la lluvia que cae en el interior de las tierras acaba igualmente por volver al mar. El agua que cae al suelo se divide naturalmente en tres porciones: una corre por su superficie hasta llegar a un rio, a un lago o al mismo mar; otra se evapora; i la tercera penetra por el interior del terreno. Esta última no se sume indefinidamente: no puede atravesar mas que los terrenos sueltos, permeables, que ofrecen intersticios i pequeños canales. Así, cuando llega a cierta profundidad i cuando encuentra capas impermeables, le es imposible penetrar mas adelante. Se desliza entónces sobre la parte superior de esas capas impermeables, formando en el seno de la Tierra corrientes mas o ménos pequeñas, pero perfectamente semejantes a los rios de la superficie.

2.—Así como la lluvia, la nieve debe su oríjen a los vapores acuosos de la atmósfera. Cuando el enfriamiento de la atmósfera es bastante vivo, esos vapores se congelan i se agrupan en cristales de nieve, formando copos compuestos de infinitas partecillas, cada una de las cuales afecta formas diferentes, pero de una regularidad perfecta.

La nieve, una vez formada, no llega siempre a la tierra: al descender, atraviesa capas de aire ménos frias, i puede suceder que se derrita en el camino i se resuelva en lluvia ántes de llegar al suelo. En este caso, nieva en las montañas elevadas, que son mas frías; miéntras que llueve en los llanos, que son

---

nuestra atmósfera? Sí, i ese fuego es el Sol. De esta manera, cuando remontamos un rio desde su embocadura hasta su oríjen verdadero, una cadena no interrumpida de fenómenos nos conduce hasta el Sol.

«Como la lluvia, la nieve cae de las nubes, i éstas provienen de los vapores que levanta el Sol. Sin el fuego del Sol, no podríamos tener vapor de agua en la atmósfera, sin vapor no habria nubes; sin nubes no habria nieve; i sin nieve no habria ventisqueros. Así, ¡cosa bien curiosa por cierto! el hielo de los Alpes saca su orijen del calor del Sol.»

mas calientes. Esto se observa frecuentemente; pero si las diversas capas de aire que la nieve atraviesa i el mismo suelo están bastante fríos, la nieve llega hasta la llanura i se conserva mas o ménos tiempo. En los países montañosos como Chile, se ve despues de cada aguacero en los valles, que cuando la cortina de las nubes se disipa, los cerros inmediatos están cubiertos de nieve fresca. En las cimas mui elevadas, la lluvia es desconocida: a consecuencia del frio que reina en esas rejiones en que el aire alcanza a un alto grado de rarefaccion; toda nube que pasa por ahí derrama nieve. Las altas montañas son por esto mismo lugares donde nacen las aguas continentales. De sus faldas se deslizan los rios nacidos de la fusion gradual de las nieves. Muchas veces no se les ve desprenderse de las alturas; pero no por eso se puede poner en duda su oríjen.

En los climas templados, la nieve no cubre las llanuras sino en ciertos intervalos, durante algunos dias del invierno solamente; pero sí cubre las montañas de una altura media, durante una parte considerable del año, i las mas elevadas durante el año entero. Las llanuras de los países calientes no conocen la nieve en ninguna estacion; miéntras que las cimas de una altura considerable están cubiertas por una capa de nieve que nunca se derrite completamente. En las comarcas vecinas a los polos, el sol de verano desembaraza de nieve las llanuras durante algunos meses o algunas semanas; pero no puede producir la fusion total de las nieves, que están protejidas por una elevacion de algunos centenares de metros. Hai, pues, de un estremo a otro de la Tierra, en las rejiones ecuatoriales, en las zonas templadas i en las zonas glaciales, una altura, variable segun el clima, encima de la cual el calor es insuficiente para producir la fusion completa de las nieves del año. Desde esa altura para arriba, la lluvia es desconocida, aun en el rigor del invierno; la nieve i el granizo la reemplazan. Ni la tierra ni las rocas se muestran alguna vez descubiertas. Una eterna capa de nieve las cubre. El límite en que comienzan a mostrarse las nieves eternas debe ser mas elevado en los paí-

ses que poseen un clima mas ardiente; i por consiguiente, debe bajar progresivamente del Ecuador hácia los polos. Bajo el Ecuador, las nieves eternas comienzan a cerca de 5,000 metros de altura; miéntras que en las rejiones polares están al mismo nivel del mar. Por regla jeneral podria, pues, trazarse una línea que demarcara en las cadenas de montañas el límite de las nieves eternas. Esa línea coincidiría con los polos por sus estremos, i levantándose gradualmente, se elevaria a cinco mil metros sobre el Ecuador. Pero como es fácil comprender, hai muchas circunstancias que interrumpen la regularipad de este principio (1).

Los jeógrafos dan el nombre de nieves eternas a esos mantos de nieve que cubren perpétuamente las cimas de las montañas. Pero si esas nieves fueran constantes, si no hubiera causa alguna que nisminuyera su volúmen, es evidente que a la vuelta de algunos siglos, las rejiones nevadas, incrementadas cada año con un nuevo continjente, tendrian una masa de nieve de algunos miles de metros de espesor. Allí irian a solidificarse, a inmovilizarse para siempre los vapores oceánicos, tan útiles para la economía joneral de la Tierra. Pero las montañas pierden cada año una masa de nieve equivalente a la que reciben. El calor natural de la Tierra, aunque mucho menor en las alturas que en los llanos, liquida en parte las masas de nieve por su base: de esta fusion lenta, pero permanente, resulta una pérpétua humedad que penetra a la montaña i concurre a la formacion de los rios. El calor del Sol, ménos intenso tambien en aquellas alturas, a consecuencia de la rarefaccion del aire, contribuye a esta obra, derritiendo una parte de las nieves, sobre todo cuando las capas superiores no son mui compactas i le permiten penetrar mas profundamente en la superficie. Los vientos contribuyen igualmente a esta obra levantando en

(1) Véase el cap. IX, § 3.

torbellinos las nieves mal adheridas, i haciéndolas caer a las pendientes inferiores, donde la temperatura es mas elevada (1).

Sin embargo, estos no son los únicos medios por los cuales disminuyen las nieves de las montañas. Se derrumban tambien en masas considerables i caen a los valles para desaparecer bajo la influencia directa del calor. Esto es lo que constituye el terrible fenómeno que los jeógrafos denominan *avalanchas*, i que los españoles llaman *aludes* o *lurtes*. Estos derrumbes de nieve son fenómenos regulares i normales como la caída de las aguas de las lluvias en los rios, i forman parte del sistema jeneral de circulacion de las aguas. Pero a causa de la abundancia de la nieve, de un derretimiento demasiado rápido o por otros motivos, ciertas avalanchas escepcionales producen efectos desastrosos destruyendo los cultivos de las faldas de las montañas i a veces asolando aldeas enteras. Las conocidas con el nombre de *avalanchas polvorosas* son las mas temibles. Cuando las nuevas capas no se han adherido a las antiguas nieves, dice M. E. Reclus, basta el mas lijero accidente, el paso de una gamuza, i hasta el simple efecto del eco, para hacer desaparecer el equilibrio de la capa superior. Se desliza lentamente sobre las masas endurecidas: en seguida, donde la pendiente del suelo favorece su marcha, se precipita con un movimiento cada vez mas rápido. Engrosada sin cesar por otras porciones de nieve que se adhieren en la marcha, i por las piedras i ramas que arrastra a su paso, destroza los árboles, arrasa las habitaciones que encuentra a su camino, i semejante a una porcion de la montaña que se derrumba, cae al valle para remontar sobre la vertiente opuesta. Al rededor de la avalancha, la nieve polvorosa se eleva en grandes torbellinos, i el aire comprimido lateralmente, brama sacudiendo las rocas i desarraigando los árboles.

Las avalanchas de fondo, como lo indica su nombre, se com-

---

(1) C. Flamarion, *L'atmosphère*, lib. III, chap. VIII, páj. 472.

ponen de fragmentos mas o ménos grandes, pero que tienen todo el espesor de la capa de nieve. Esas masas, desligadas por el derretimiento de los primeros dias del verano, ceden a su peso, i caen con mas o ménos rapidez al valle, arrastrando en su curso piedras i barro. Son ménos peligrosas que las anteriores, porque la esperiencia ha enseñado a conocer a los pobladores de las montañas los lugares amenazados.

Las nieves se desprenden de las montañas por otras causas i en otras formas todavía, pero las dos que hemos indicado son las mas frecuentes i las mas terribles. Los pobladores de las montañas buscan de ordinario la proteccion de los bosques, porque si bien la avalancha destruye con frecuencia muchos árboles, los mismos troncos que se desploman forman una barrera que embaraza o dificulta el golpe de la nieve que se derrumba. Estos fenómenos, mui comunes en los Alpes, o al ménos, mejor estudiados allí, donde se agrupa una poblacion numerosa al pié de las montañas, han solido causar estragos horribles. Bastará citar un solo caso de los muchos que recuerda la historia: en febrero de 1720, una avalancha destruyó 120 casas en Obergestlen, aldea del canton de Valais, en Suiza, causando la muerte de 84 personas i de 400 cabezas de ganado.

3.—Por una sucesion de transformaciones parciales, la nieve que cubre las altas cimas se cambia en hielo, i los copos blancos que han caido de las nubes sobre las cimas de las montañas forman esos rios de cristal azulejo que ocupan los mas elevados valles de las alturas, mas abajo de la línea de las nieves eternas. Allí se ven brillar masas enormes de hielo que resisten a la accion del calor del verano, como han resistido a la accion de los siglos. Estos rios, eternamente helados, son los admirables fenómenos denominados *glaciers* por los franceses i los ingleses, i *ventisqueros* por los españoles.

El cambio de la nieve opaca en hielo trasparente se verifica por medio de una série de transformaciones mui interesantes. Los copos recien caidos comienzan primero por apretarse i endurecerse. En seguida cuando los rayos del Sol elevan al esta-

do de fusion la temperatura del campo de nieve, algunas gotitas mas o ménos numerosas penetran en las capas inferiores, i cojidas allí por el frio, se conjelan en gotas cristalizadas, envolviendo algunas moléculas de nieve. Por este medio, la nieve llega a endurecerse i acaba por cambiar de estructura, convirtiéndose en un monton de granos, de donde las liquidaciones i las conjelaciones sucesivas acaban de espulsar parcialmente el aire. Así se forman las capas duras i granujentas de las antiguas nieves en las pendientes superiores de todas las altas montañas. Son masas blanquizcas formadas por una acumulacion de nieve en grano i mas o ménos conglomeradas, que sirven de transicion entre la nieve blanca ordinaria i el hielo perfecto. Los suizos dan a esta forma de la nieve el nombre de *firns*, i los franceses e ingleses el de *névé*. Por no conocer, i quizas por no exitir una palabra análoga en castellano, la llamaremos nevada. Está dispuesta en capas o estratas; pero toda huella de estratificacion desaparece mas adelante.

Este primer cambio de las moléculas de la nieve es seguido de otras modificaciones mas considerables. El calor del Sol continúa derritiendo las capas superficiales, i hace penetrar así en la nevada gotas i fragmentos de hielo mas i mas espesas. Al mismo tiempo, las nieves. comprimidas por su propio peso, acaban por espulsar mecánicamente la mayor parte del aire encerrado i por dar a los granos opacos de la nevada la estructura i la trasparencia del hielo. A causa de esta transformacion gradual, la nevada se hace cada vez mas dura i mas compacta. Así se ve que miéntras un metro cúbico de nieve recien caida pesa por término medio 85 quilógramos, el mismo volúmen de nevada pesa de 500 a 600 quilógramos i por fin el hielo trasparente tiene un peso de 900 a 960 quilógramos por metro cúbico, esto es, una décima o una vijésima parte inferior al peso del agua líquida, que, como se sabe, es de 1,000 quilógramos por cada metro cúbico.

Casi cada valle inmediato a las nieves eternas posée un ventisquero. En los Alpes solamente se encuentran mas de mil.

Algunos de ellos tienen 20 o 25 quilómetros de largo i 4 o 5 de ancho. En los mas profundos se ha encontrado un espesor de 1,200 metros de alto; pero como debe suponerse, esta profundidad no es constante, porque el ventisquero afecta todas las formas del valle en que descansa. El hielo de los ventisqueros no ofrece los caractéres que presenta el hielo ordinario del mar, de los rios i de los lagos. Se compone de láminas delgadas, compactas trasparentes i azulejas, adheridas a otras láminas no ménos duras, pero llenas de innumerables burbujas de aire que le dan un aspecto semi-opaco i como espumoso. Infinitas hendiduras sumamente ténues, constantemente llenas de agua, atraviesan todo el espesor de la masa helada. La superficie de un ventisquero aparece a veces como un plano inclinado pero uniforme; pero mas frecuentemente está sembrado aquí i allá de una cantidad mas o ménos considerable de peñascos i de fragmentos desprendidos de la montaña. Ordinariamente, ademas, está erizada de prominencias fantásticas, de pirámides i de obeliscos de hielo, cuya altura se eleva a veces a 14 i 20 metros. Está surcada por hendiduras, agujereada por numerosas cavidades, interrumpida por grietas profundas i por pequeños pozos verticales llenos de agua limpia. Estas grietas varían mucho en su ancho i en su profundidad, algunas veces atraviesan a lo largo todo el ventisquero. En los Alpes se ha observado una que tenia 150 metros de ancho. La avertura de estas grietas va acompañada de sordas detonaciones, que indican una ruptura repentina, o por crujimientos semejantes al del vidrio rayado por el diamante, que anuncian el aumento gradual de la hendidura. Ensanchadas poco a poco, esas grietas ofrecen un espectáculo aterrador; las dos paredes azulejadas se sumen en las tinieblas insondables, donde se oye correr el agua que se desliza en el lecho del ventisquero.

Los pozos son infinitamente mas pequeños, pero su profundidad suele ser considerable. Son éstos formados por las piedras chicas i delgadas que, calentadas por los rayos del Sol, trasmiten su calor al hielo que está abajo; i derritiéndose éste,

la piedra se sume, constituyendo así el pozo, cuya agua no alcanza a conjelarse por efecto del mismo calor del Sol. En muchos ventisqueros, por el contrario, se observan grandes masas de piedras elevadas a dos i cuatro metros de la superficie i sostenidas por una columna o pedestal de hielo: este fenómeno singular, denominado *mesas de los ventisqueros*, no puede esplicarse sino por un derretimiento de los hielos vecinos, miéntras que el peñasco superior resguarda del Sol la columna en que se sostiene.

Los caractéres de los ventisqueros que acabamos de enumerar en esta descripcion son mas o ménos jenerales; pero cada uno presenta un carácter particular, resultado de la inclinacion i direccion de sus lechos, de la disposicion de sus grietas, de sus prominencias i de las rocas que arrastran en su superficie. Ademas, como es fácil comprender, cambian de aspecto de un año a otro, i a veces durante una misma estacion.

El fenómeno mas interesante que presentan los ventisqueros es su marcha incesante i contínua en el sentido de su pendiente i de la direccion del valle en que están encajonados. Los hechos siguientes no solo prueban la realidad de este movimiento progresivo, sino que dan una idea de la rapidez con que se verifica. Un esplorador de los Alpes, Hugi, deseando estudiar el ventisquero inferior del Aar, hizo construir en el verano de 1827 una pequeña cabaña sobre el ventisquero mismo i al pié de una montaña en forma de promontorio. En 1839 el famoso naturalista suizo Agassis, buscaba en vano esa cabaña al pie del promontorio, cuando percibió a una gran distancia una habitacion arruinada. Podia quedar alguna duda sobre la identidad de la cabaña; pero descubrió bajo un monton de piedras i dentro de una botella, algunos papeles escritos por el mismo Hugi, que revelaban el movimiento progresivo del ventisquero. En trece años la cabaña se habia alejado 1,425 metros de su punto de partida. Observaciones posteriores, hechas con una paciencia admirable, i sin ahorrar sacrificio alguno, han corroborado la existencia de este fenómeno. Se ha com-

probado, por otra parte, que la rapidez de los ventisqueros, lo lo mismo que la de los rios, crece con su pendiente, i que aumenta igualmente cuando su lecho se estrecha. Este movimiento de traslacion, ademas, no es igual en todas sus partes. La línea medianera, donde el espesor de la masa i la pendiente del valle son mas fuertes, se mueve con mayor rapidez. La rapidez menor se observa en las orillas, es decir, en los puntos en que la masa es mas delgada, i donde el rozamiento ofrece una resistencia mas sensible. Agassiz ha llegado a comprobar este hecho enterrando en el hielo una série de postes que formaban línea recta, i relacionados con objetos fijos situados en las rocas vecinas; i ha visto que esos postes avanzaban irregularmente, i que mientras los del centro se habian alejado 68, 69 i 70 metros, los de las orillas solo habian recorrido de 1 á 5 metros.

Este movimiento de los ventiqueros ejerce una influencia considerable sobre los paises en que existen. En efecto, los ventisqueros trasportan los fragmentos de rocas, por grandes que sean, que se desprenden de las montañas i caen en su superficie. El célebre jeólogo ingles Forbes ha observado uno que tenia cerca de 30 metros de largo i 16 de alto. Además, los ventisqueros empujan hácia adelante todos los materiales que encuentran en su camino, i aun arrancan en su paso todas las porciones de rocas que no pueden resistir a la presion enorme que ejercen estos rios de hielo. Una pequeña porcion de esos restos, guijarros, pedruzcos, arenas, que el ventisquero arranca de las paredes en que está encajonado, se confunde, i forma entre él i la roca una capa que a causa de su aspecto se llama *capa de barro*; pero la gran masa de estos restos es arrastrada en la superficie i en las orillas del ventisquero, formando largas bandas que se llaman *morainas laterales*. Pero así como un gran rio es formado por la reunion de muchos riachuelos, del mismo modo un ventisquero principal resulta muchas veces de la reunion de muchos ventisqueros secundarios. En la confluencia, se confunden para formar una sola las dos morai-

nas laterales, i constituyen una *moraina central.* Cualquiera que sea la posicion de estos montones de rocas, contribuyen igualmente al acrecentamiento del que se ha formado en la estremidad del ventisquero por los montones de rocas i de restos que éste empuja delante de sí, i que se llama *moraina frontal.* Esta traslacion de enormes masas de rocas por los ventisqueros esplica el fenómeno denominado *bloques erráticos* o *errantes.* Con este nombre se conocen ciertas masas de rocas, algunas veces enormes, que se encuentran esparcidas en las llanuras de la Rusia, en Alemania, en Polonia i en otros puntos a una gran distancia de las montañas. Se supone que antiguos ventisqueros, bajados de las alturas en épocas remotas (1), han arrastrado esas masas para depositarlas donde hoi se encuentran.

Otro fenómeno que se refiere al movimiento de los ventisqueros, es el de las rocas trituradas i acanaladas que se observan jeneralmente, sea en las partes abandonadas por los hielos, sea en la parte inferior de esos depósitos que se han podido observar. Es evidente que el ventisquero, al avanzar, debe obrar sobre su fondo a la manera de un inmenso cepillo, i que las rayas que se notan han sido producidas por las piedras que, hallándose interpuestas entre el hielo i la roca, hacen el efecto de un instrumento cortante. El trituramiento de las piedras forma los guijarros redondos que con tanta frecuencia se encuentran en los valles, si bien los rios producen el mismo efecto.

Muchas teorías se han inventado para esplicar el movimiento progresivo de los ventisqueros. Se ha supuesto que, a consecuencia del calor propio de la Tierra, se deshiela lijeramente la parte inferior del ventisquero, i que, a causa de su pesantez, éste se desliza naturalmente. Otros creen que el movimiento resulta de la dilatacion que esperimenta el agua infiltrada en las hendiduras del hielo, cuando esa agua se consolida; i como

---

(1) Véase el cap. II, § 2.

esa dilatacion no puede hacerse libremente sino en el sentido de la pendiente, el ventisquero camina poco a poco en el valle que le sirve de lecho. Como toda la masa del ventisquero no se mueve uniformemente, el jeólogo Forbes ha tratado de esplicar el fenómeno diciendo que las partículas de hielo que componen el ventisquero, se deslizan las unas sobre las otras, como lo hacen las moléculas de un líquido imperfecto, de un líquido *viscoso*, segun su espresion.

En su estremidad mas avanzada, a la entrada de los valles mas templados, i por esto mismo cultivables, el ventisquero se termina bruscamente por un enorme corte escavado en la base en forma de caverna, cuya bóveda mide a veces 30 metros de elevacion. De esta gruta de hielo se escapa un torrente, el oríjen de un rio. Las aguas son siempre barrosas, negruzcas, rojizas, verdosas, segun la naturaleza de las rocas que el ventisquero, por su presion i por sus movimientos, tritura en el fondo de su lecho. Delante de los hielos se levanta una cintura de rocas amontonadas en desórden, i que han formado la moraina. El torrente se abre paso al traves de este dique natural i saltando de roca en roca baja a la llanura.

Los ventisqueros, hemos visto, llegan mucho mas abajo de la línea de las nieves perpétuas, i alcanzan con frecuencia a rejiones cuya temperatura de verano es superior en algunos grados a la que se necesita para el derretimiento de la nieve o del hielo. Depende esto del espesor i consistencia de la masa del ventisquero; i de que bajando sin cesar de las alturas, reemplaza la materia que se derrite en su parte inferior. Aun así, el ventisquero no llega siempre al mismo límite: en el invierno, cuando el deshielo es menor o casi nulo, su estremidad inferior llega mucho mas abajo en el valle, miéntras que en el verano se aleja. Por la misma razon, esa estremidad no ocupará el mismo lugar todos los veranos: el mas ardiente verá alejarse mas el ventisquero.

La esploracion de los ventisqueros ofrece grandes peligros. Las grietas i los pozos, cubiertos a veces por una nieve enga-

ñadora, sepultan en un abismo al viajero desprevenido. Se recuerdan numerosas catástrofes de esta naturaleza. Sin embargo, los ventisqueros de los Alpes han sido esplorados con toda prolijidad por muchos sabios; i los datos mas seguros que se tienen acerca de esos rios de hielo, se deben a esas esploraciones. Las condiciones especiales de esas montañas, el agrupamiento de altos valles, encajonados i lijeramente inclinados, favorecen admirablemente la formacion de los ventisqueros. Esto no quiere decir, sin embargo, que no se les encuentra en otras cadenas: léjos de eso, los esploradores de las montañas han podido hallarlos en todos los continentes.

No todas las montañas que elevan sus cimas sobre la línea de las nieves eternas dan oríjen a la formacion de ventisqueros. Ademas de los accidentes de la configuracion del terreno, se necesitan otras condiciones de clima, como diferencias estremas en la temperatura de las estaciones, para que sean posibles las alternativas de conjelacion i de deshielo. A causa de la grande igualdad de clima, los altos picos nevados de los Andes ecuatoriales tienen mui pocos hielos. Miéntras tanto, se encuentran los ventisqueros en los Pirineos, en los Urales, en el Himalaya, donde se ha encontrado uno que mide 58 quilómetros de largo; en el Altai, en Spitzberg, en la Groenlandia, donde hai uno denominado de Humboldt, que tiene 111 quilómetros, i otro mas grande todavía, el de Eisblink, que se interna en el estrecho de Dávis, i forma un cabo de hielo, de donde la corriente marina desprende masas enormes, verdaderas montañas que arrastra hácia el sur, hasta que las derrite una temperatura mas templada. Se hallan igualmente ventisqueros en la Nueva Zelanda, i en las rejiones setentrionales de la América del norte. Los que se encuentran en las rejiones tropicales de la América, en la Sierra Nevada de Santa Marta (Nueva Granada) i en las faldas del Illimani, en Bolivia, son tan pequeños, que los jeógrafos pueden decir que en una estension de cinco mil quilómetros, desde Venezuela hasta Chile, la cordillera de los Andes no presenta verdaderos ventisqueros.

El descabezado de Maule, bajo los 35' de latitud meridional, es la primera montaña chilena que ofrezca un campo de hielo de gran estension; pero se encuentran verdaderos ventisqueros algo mas al norte. Es notable uno que da oríjen al rio de los Cipreses, afluente mui importante del Cachapoal, en la cordillera de Colchagua. Al sur del Descabezado de Maule los ventisqueros son mas i mas numerosos, como se ha observado cerca del Nevado de Chillan, i presentan en su estructura i en su marcha la misma variedad de fenómenos que los de los Alpes. En las costas de Patagonia, al sur de Chiloé, i en la Tierra del Fuego, el corte terminal de los ventisqueros se muestra en casi todos los valles en la proximidad de la costa.

4.—Las infiltraciones de las aguas de las lluvias i de la humedad atmosférica, la fusion de las nieves i de los ventisqueros son el oríjen de los manantiales i de los arroyos que por su reunion forman los rios (1). Algunas veces estas corrientes de agua circulan por la superficie de la tierra desde su primera

---

(1) Para que se comprenda mejor la formacion i el curso de los rios, vamos a definir previamente el significado de las palabras que son de uso mas frecuente al tratar de esta materia. Seguimos para ello, como lo hemos hecho ántes, al jeógrafo español Sanchez de Bustamante.

Las aguas se infiltran en las tierras, despues reaparecen i corren por afuera para formar *manantiales* i *fuentes*: un manantial se diferencia de una fuente, en que no es bastante copioso para dar oríjen como ésta a un *arroyo*. Las fuentes son *permanentes* o *perennes* si siempre están corriendo; *intermitentes* si fluyen solo por intervalos regulares i periódicos; i *minerales* si sus aguas están cargadas en proporcion suficiente para poderles comunicar propiedades particulares i tener una accion especial sobre el organismo, en cuyo caso se llaman *medicinales*, habiéndolas frias i calientes, llamadas éstas *termales* cuando su temperatura es mas alta que la de la atmósfera. Del caudal de una o muchas fuentes se forman *arroyos*, i de éstos los *rios*, los cuales, si llevan mucha agua i conservan su nombre hasta el mar, se llaman *caudalosos*. Cada uno tiene su rejion *hidrográfica*, *cuenca* u *hoya*, es decir, toda la parte del pais cuyas aguas lo abastecen: la de un rio caudaloso qué llega hasta el mar, se llama *principal*, la de un rio mediano *secundaria* i la de otro mas pequeño *terciaria*: los límites que separan estas rejiones o comarcas fluviales llevan el nombre de *línea divisoria de las aguas*. Llámase *madre*, *cauce* o *avelo* de un rio, la cavidad or-

aparicion, como sucede con los raudales que se forman por el derretimiento de las nieves i el deshielo de los ventisqueros; pero lo mas comun es que hagan la primera parte de su curso por debajo de la tierra.

Hemos dicho, al comenzar este capítulo, que una parte de las aguas de lluvia i de las que resultan del derretimiento de las nieves se infiltra en la tierra al traves de sus capas porosas i permeables, i penetra así a mayor profundidad hasta que encuentra una capa sin hendiduras e impermeable, como, por ejemplo, un lecho de arcilla. Detenida en la superficie de éste, el agua se derrama en una estension a veces considerable. Si la superficie de la capa que retiene las aguas es paralela al suelo, éstas quedan encerradas, empapan el terreno superior i forman marismas i pantanos, que la industria consigue enjutar con mucho trabajo. Pero si a consecuencia de una direccion especial de las capas o de alguna inclinacion de la capa superior, el recipiente de las aguas llega a tocar la superficie del suelo, éstas aparecen i forman un manantial. La existencia de esas capas de aguas, de esos lagos i de esas corrientes subterráneas ha sido reconocida muchas veces por la observacion. Algunas veces son formadas por masas mui considerables que al aparecer

---

dinaria que su corriente ocupa: a sus orillas, si están poco elevadas, se da el nombre de *riberas;* i si al contrario están escarpadas, toman el de *ribazos*. La *derecha* de un rio es la misma que la del que baja siguiendo su curso; la *izquierda* es la orilla opuesta. *Vados* son los sitios por donde se pueden pasar los rios sin necesidad de nadar o de embarcacion. La *afluencia* de un rio son las diversas corrientes que recibe, llamándose por esto *afluentes* o *tributarios* los rios que descargan en otros mayores; *sub-afluentes* si desaguan en los afluentes; i el paraje donde se reunen dos rios se nombra *confluencia*. Por *ria* se entiende la parte del rio próxima a su entrada en el mar, i hasta donde llegan las aguas dulces i se mezclan con las salobres; i el punto en que una corriente entra en el mar se denomina *embocadura* o *desembocadero*. Muchos rios se dividen en dos o mas brazos llamados *bocas* ántes de entrar o desembocar en el mar, quedando entre ellos un espacio de tierra de la figura de un *delta* (Δ), o *d* griega, nombre que se le ha dado ademas del de *alfanques*. *Canal* es un rio arti-

en la superficie de la tierra forman rios bastante caudalosos. La fuente o manantial de Vaucluse, en el sur de Francia, da 2,400 litros de agua por segundo i forma el rio Sorgues, que despues de fertilizar una porcion de territorio, va a echarse en uno de los afluentes del Ródano: esa fuente proviene de las infiltraciones subterráneas de la cadena de montañas vecinas, cuya cima principal conserva las nieves una gran parte del año. Otra veces, los manantiales corren estensas distancias por debajo de la tierra, como ha podido observarse en la caverna del Mamouth, de que hemos hablado en el capítulo anterior. No son raros los rios subterráneos que van a desembocar al océano, mas abajo del nivel de las aguas marinas. Se observa esto en las costas de Yucatan, en la Florida en la isla de Cuba, en la Arjelia en el Mediterráneo desde las bocas del Ródano hasta Niza, en el sur de Italia, en el mar Rojo, i en otros puntos de las costas en que domina principalmente la formacion calcárea. Cuando la cantidad de agua que entra al mar de esta manera es bastante considerable, se nota en su superficie un movimiento particular, i el sabor salobre de las aguas marinas disminuye i casi desaparece.

En todos los puntos de la Tierra las fuentes naturales nom-

---

ficial hecho por el hombre. Los rios son *navegables* cuando pueden llevar naves o barcas, *flotables* si solo conducen balsas o trenes de madera i leña.

Las aguas corrientes se precipitan algunas veces de terrenos elevados sobre otros mas bajos; si esta caida es de un arroyo o de un torrente, se da el nombre de *cascada;* si lo es de un rio o de un lago, recibe mas propiamente el de *salto* o *catarata*, por mas que el uso confunda estas palabras. Muchas veces una corriente se encuentra obstruida por rocas i peñascos que dificultan i estrechan el paso de las aguas: estos obstáculos se llaman *rompientes*. Otras veces los rios, sin perder repentinamente su nivel, precipitan su curso por una pendiente mui inclinada i seguida o bien por una série de caidas poco elevadas que se suceden como las gradas de una escalera: estos pasos o descensos violentos se llaman *raudas* o *rápidas*. El volúmen del agua de un rio, es variable segun las estaciones, i casi todos los rios caudalosos tienen cada año *crecidas* o *creces, riadas* que los hacen rebosar o *salir de madre* para inundar sus orillas.

bradas manantiales derraman el agua que, deslizándose bajo la superficie del suelo, aparece en un punto dado i pasa de ordinario a engrosar otras corrientes. En el gran desierto de Sahara se nota este mismo fenómeno, i forma los oásis o jardines del desierto. Corren particularmente al traves de los terrenos de sedimento; pero se les encuentra tambien al través de las masas graníticas, si bien en éstas aparecen en forma de pequeños pero numerosos hilos de agua. Por el contrario, en los terrenos de sedimento, i sobre todo en los que son formados de rocas calcáreas mui permeables, aparecen manantiales mui abundantes. Los países montañosos poséen mas manantiales que las llanuras; esto se comprende fácilmente desde que se observe que las aguas que absorben las montañas, corren con mucha rapidez a causa del declive del terreno, i buscan su salida en el primer descanso que hallan.

Sucede ordinariamente que los manantiales tienen un curso sostenido i producen la misma cantidad de agua, a lo ménos en la misma estacion. Otras veces la produccion cesa i recomienza con intervalos mas o ménos distantes. El número de estas fuentes intermitentes es mui considerable; i su singularidad ha llamado la atencion de los hombres desde los tiempos antiguos. Plinio habla de una que existia en Dodona, cuya vertiente cesaba todos los dias a las doce i reaparecia abundantemente a media noche. Jocefo, el historiador de los judíos, refiere que en Siria un manantial llamado sabático, no daba agua sino cada siete dias. En nuestro tiempo se observa este mismo fenómeno. Cerca del lago Como, en Lombardía, hai una vertiente que aparece i desaparece tres veces por dia. En Saboya existe otra que corre i deja de correr dos veces por hora. La causa de esta intermitencia es de fácil esplicacion. El agua del manantial, marchando debajo de la tierra por un canal, llega a un recipiente de donde no puede salir mas que por un conducto que mas o ménos tiene la forma de un sifon. El agua se acumula en el recipiente hasta que llega a la boca del sifon, i éste queda cebado: el manantial comienza entónces a correr; pero

si la boca del sifon es mayor que la del canal que alimenta el recipiente, éste se vacia, i la emanacion cesa hasta que el cifon se haya cebado de nuevo.

Con el nombre de *aguas minerales* se designan comunmente todas las aguas que tienen en disolucion principios fijos o volátiles, de los cuales se han cargado por filtracion al traves de las capas terrestres o por un contacto con diversos minerales. La diferencia de temperatura que se observa en estas aguas al aparecer en la superficie de la Tierra, ha dado oríjen a la clasificacion mui jeneral que se ha hecho de ellas en *termales*, cuya temperatura es superior a 20°, i en *aguas minerales frias*, cuyo grado de calor no pasa de ese límite. Sin tomar en consideracion las acciones químicas que pueden verificarse en los terrenos atravesados por aquellas aguas, la teoría del calor central del globo esplica perfectamente la alta temperatura que poséen ciertos manantiales. Basta admitir que éstas provienen de una gran profundidad, para darse cuenta de casi todos los fenómenos termales. Se concibe, en efecto, que las aguas de las lluvias i las que resultan de la fusion de las nieves, infiltrándose en las mesetas elevadas i penetrando al traves de las capas permeables del terreno hasta una profundidad de algunos miles de metros, se concibe, decimos ,que esas aguas alcanzarán una temperatura tanto mas elevada cuanto mayor es la profundidad a que han descendido en el interior de nuestro planeta. Aunque pierden, como es indudable, una parte de su calor al pasar de nuevo por las capas superiores de la Tierra, algunas llegan a la superficie con una temperatura mas elevada que la de ebullicion del agua en las condiciones atmosféricas ordinarias. En otra parte, al ocuparnos de los fenómenos volcánicos, hemos hablado de las fuentes intermitentes de Islandia que se designan con el nombre de *geysers*. Solo las recordamos ahora para observar que en sus aguas el termómetro ha marcado hasta 127°. Las aguas de Arijino, en el Japon, tienen mas de 100°, i se escapan en parte en el estado de vapor, como sucede igualmente en algunos mananiales de Chillan.

Las aguas de Ischia, en Italia, alcanzan tambien a la temperatura máxima de 100°. Humboldt ha encontrado cerca de Valencia, en Venezuela, un manantial cuyas aguas tenian 90°. En el mismo pais, cerca de Puerto Cabello, Boussingault observó las aguas de Trincheras, cuyo calor llegaba a 97°. Las aguas de Guanajuato, en Méjico, tienen 96°. En Francia, pais particularmente privilejiado a este respecto, se encuentran las Chaudes-Aigues con 81°; en Bohemia las de Carlsbad con 73°; en Chile las de Chillan con 60° i las de Cauquenes con 48°. Careceria de objeto en este libro enumerar muchas otras fuentes termales; solo como ejemplos hemos mencionado las anteriores.

¿Cómo se mineralizan las aguas penetrando en el seno de la Tierra? ¿Cuáles son las sustancias que mas ordinariamente contienen al volver a mostrarse en la superficie del globo? Ya hemos resuelto de un modo jeneral la primera cuestion; hemos dicho que el agua disuelve i arrastra consigo los materiales fijos o volátiles que entran en la constitucion de los terrenos atravesados por ella. Es un hecho comprobado por la observacion que los manantiales que sacan su oríjen de terrenos de la misma naturaleza química, contienen de ordinario principios análogos. Pero la accion disolvente del agua no basta evidentemente por sí sola para esplicar la existencia de cuerpos insolubles o casi insolubles que el análisis demuestra en algunos manantiales. Si se quiere, pues, esplicar este hecho, es preciso admitir que la fuerza disolvente propia del agua se encuentra favorecida por circunstancias especiales, por la presion, por la elevacion de la temperatura, por el desarrollo de algunos gases, del ácido carbónico, por ejemplo, que le permite disolver hasta los silicatos mas insolubles, por las reacciones químicas, i en fin, por la electricidad.

Todas las aguas, minerales i no minerales, tienen siempre en disolucion diversas sustancias, cuya presencia se puede comprobar por medio de reactivos convenientes, i de las cuales se las puede separar por medio de la destilacion; pero las

aguas minerales se distinguen esencialmente de las otras por la riqueza relativa de aquellas sustancias. De éstas, unas son gaseosas porque contienen gases como el azoe, el oxíjeno, el ácido carbónico, el ácido sulfhídrico, hidrójenos carbonados, etc.; otras son fijas, i entre ellas deben colocarse en primer lugar las que contienen sales de sosa, el bicarbonato, el cloruro, el sulfato, el súlfuro, i a veces tambien el bromuro i el yoduro; las sales correspondientes de potasa se encuentran con ménos frecuencia i en menor cantidad; vienen en seguida las sales calcáreas i magnesianas, el bicarbonato, el sulfato, el cloruro; las sales de hierro, el bicarbonato, el sulfato, etc.; i en fin, los silicatos alcalinos i terreo-alcalinos, disueltos mediante un exceso de ácido carbónico. Las aguas minerales contienen todavia un gran número de elementos, cuya presencia no es tan constante como la de los que acabamos de mencionar o cuya proporcion es comparativamente mui débil. En algunas aguas se han descubierto las sales de alumina, de barita, de estronciana, de zinc, de cobre, de plomo, de amoniaco, etc.; entre los ácidos, el ácido arsenioso hace parte de casi todas las aguas ferrujinosas, i el ácido bórico se encuentra en muchas sulfurosas; el ácido sulfúrico se halla libre en algunas aguas del Cadadá i de Nueva Orleans, i la sílice, que se encuentra como elemento poco importante en casi todas las aguas, existe en cantidad nada despreciable en los geysers. Se ha señalado en fin, en las aguas minerales la presencia de materias orgánicas de naturaleza mui diversa; bastará citar entre éstas los ácidos crénico i aporénico que se hallan en combinacion con el hierro en ciertas aguas ferrujinosas. Observaremos ultimamente que la constitucion de todas estas aguas no es siempre constante, pues sufren algunas modificaciones bajo la influencia de las grandes tempestades i de las grandes lluvias: las aguas de Buda i de Teplitz, en Boemia, perdieron su calor durante el gran terremoto de 1755. El caudal de los manantiales muestra tambien alteraciones por la abundancia o escasez de las lluvias: así se ha notado en Chile, que despues de algunos

años de sequía relativa, las aguas termales de Colina disminuyeron visiblemente. (1)

Algunos de estos manantiales poséen cualidades mas singulares todavia. A causa de la composicion química de sus aguas producen modificaciones en el aspecto o en la naturaleza de los cuerpos que se depositan en ellas. Queremos hablar de las *fuentes incrustantes* i *petrificantes.*

Las aguas cargadas de materias en solucion, depositan frecuentemente sobre las plantas, los restos de los animales, las piedras que encuentran a su paso, una capa sólida mas o ménos espesa que conserva la forma esterior de esos cuerpos. Este efecto es producido por las aguas que nacen de las montañas calcáreas, i que estan cargadas de carbonato de cal. Algunas de estas fuentes arrastran tales cantidades de sustancias minerales, que embancan i cubren pozas considerables. Las aguas calientes del Inca, en la cordillera de los Andes, en el camino de Aconcagua a Mendoza, pertenecen a esta clase. En algunas

---

(1) Despues de indicar de un modo jeneral el oríjen i la composicion de las aguas minerales, debemos ocuparnos brevemente de su clasificacion. Esta puede ser establecida bajo tres aspectos distintos: tomando por base la constitucion química de las aguas minerales, o estudiando sus relaciones con la jeolojía, o atendiendo a sus propiedades terapéuticas. No tenemos para qué entrar a discutir la importancia de estas tres bases de clasificacion. Seguiremos la opinion de la mayor parte de los químicos que dividen hoi las aguas minerales en las cinco clases siguientes:

Aguas acídulas, alcalinas, salinas, sulfurosas, ferrujinosas.

AGUAS ACÍDULAS.—Están caracterizadas por la presencia de ácido carbónico libre, en cantidad variable, pero formando siempre el elemento predominante. Estas aguas, en las cuales se encuentran tambien algunos carbonatos i cloruros alcalinos i térreo-alcalinos se hallan abundantemente esparcidas en la naturaleza: son efervescentes, casi todas frias; i tanto mas ricas en ácido carbónico cuanto mas baja es su temperatura. Como ejemplo se pueden citar el agua de Seltz, en el ducado de Nassau, i el agua de Soultzmatt, en el Alto Rhin.

AGUAS ALCALINAS.—En su composicion predominan los bicarbonatos alcalinos i térreo-alcalinos; su carácter es debido principalmente al bicarbonato de sosa. Tienen un sabor urinoso, i vuelven verde el jarabe de violeta, sobre todo cuando se ha desprendido el ácido carbónico libre que

localidades de Francia, estas aguas han dado lugar a una industria singular: los campesinos colocan en ellas nidos de aves, canastitos de frutas i otros objetos que se cubren en pocos dias de una capa incrustante i que les dan una apariencia de piedra, para venderlos a los curiosos bajo el nombre impropio de petrificaciones. En San Felipe, en Toscana, donde el sedimento calcáreo es mui blanco, se ha sacado mejor partido todavia de la propiedad incrustante de estas aguas. Se las hace caer sobre moldes ejecutados con cuidado, i se obtienen así bajos relieves que parecen ser esculpidos en el mármol. Esta misma industria ha hecho famosas las aguas de Santa Aliria, en Clermont-Ferrand, cuyos trabajos dan ocupacion a centenares de personas.

Ciertas aguas que arrastran materias calcáreas, pero mas comunmente las que tienen una disolucion de sílice, modifican de un modo mas radical los cuerpos depositados en ellas. Las moléculas silicosas sustituyen lentamente las partes del cuerpo

---

muchas veces contienen. La temperatura de estas aguas no pasa en jeneral de 20°. En su composicion puede figurar la sílice, pero se halla ordinariamente en combinacion con bases alcalinas. A esta clase pertenecen las aguas de Vichy, de Chaudes-Aigues, de Plombières, etc., i entre nosotros las de Cauquénes i de Apoquindo.

AGUAS SALINAS.—Tienen un sabor mas o ménos amargo i salado, que deben a las diversas sales que encierran. Se comprenden en esta clase todas las aguas en que entran sales neutras o cloruros, bromuros i yoduros, i que no pertenecen directamente a ninguna de las otras clases. Su composicion mui variada ha permitido subdividirla en tres grupos distintos: *aguas cloruradas, sulfatadas* i *bromo-yoduradas.* En las primeras se hallan especialmente los cloruros de sodio, de magnesio i de calcio; son saladas, pero no amargas. Algunas de estas aguas, aunque no encierran mas que indicios de sulfatos, se convierten rápidamente en sulfurosas por la accion de materias orgánicas que las acompañan. En el segundo grupo predominan los sulfatos de sosa, de magnesia i de cal; son siempre mas o ménos purgantes; su temperatura es mui variable; i es singular que apesar de contener hasta 30 i 40 gramos de sulfato de magnesia por litro, jamas se vuelven sulfurosas con el tiempo. En las aguas del tercer grupo; en las bromo-yoduradas, el bromo i el yodo se encuentrau combinados las mas veces con el sódio, ménos frecuentemente con el magne-

sometidas a su accion, i acaban por reemplazarlas completamente despues de uno o mas siglos de trabajo. La materia presenta entónces no solamente la forma del cuerpo, sino tambien todo su tejido interior hasta en sus partes mas delicadas; de suerte que las maderas, por ejemplo, conservan toda la estructura leñosa, i a la simple vista podria tomárseles por madera en su estado natural. Estas son las verdaderas petrificaciones. Las aguas de esta clase se encuentran en muchos puntos de la Tierra. En las orillas del Danuvio, entre la Servia i la Valaquia, i a poca distancia del pueblo de Osorva, se hallan las ruinas de un puente construido por Trajano el año 105 de la era cristiana, en las cuales se ven las maderas reducidas a una especie de ágata. Algunos de los arroyos que caen en el rio Uruguai tienen esta misma cualidad, i se encuentran en su lecho i sus orillas fragmentos de ágata que tienen la misna forma i la misma estructura de la madera.

Algunas veces los manantiales aparecen en la superficie lan-

---

sio i rara vez con el calcio. Apesar de que nunca contienen bromo i yodo sino en pequeña proporcion, poséen a veces propiedades características especiales debidas a aquellas sustancias. Como ejemplo de aguas de esta clase, mencionaremos el agua de mar, las de Aix-la-Chapelle, en Prusia, las de Sedlitz, de Carlsbad, etc.

AGUAS SULFUROSAS.—Son mineralizadas por el ácido sulfhídrico o por un súlfuro alcalino, i a veces tambien por súlfuros de hierro, de manganeso, disueltos con una pequeña cantidad de otros materiales sólidos. Casi siempre son termales; en contacto del aire exhalan olor a huevos podridos, se enturbian i se transforman al fin en agua ordinaria. Algunas surjen de los terrenos de transicion o de los terrenos primitivos, i son poco ricas en sales; otras provienen de las capas superficiales del globo, en donde se han hecho sulfurosas por la reduccion de sus sulfatos bajo la influencia de las materias orgánicas. Son de ordinario frias i mui ricas en principios minerales. Sometidas a la ebullicion, las aguas sulfurosas desprenden ácido sulfhídrico, aun cuando este gas no preexista al estado libre. Muchas son untuosas al tacto, propiedad que parece debida a la presencia de una materia orgánica designada con el nombre de *glerina*. Como tipos de esta clase mencionaremos un gran número de aguas de los Pirineos: Barèges, Eaux Bonnes, etc.; i en Chile las de Chillan.

AGUAS FERRUJINOSAS.—El hierro entra en la composicion de casi todas las aguas minerales, pero se llaman especialmente ferrujinosas a

zando al aire una columna de agua, como se observa en los geysers de Islandia, de que hemos hablado en el capítulo anterior. En la mayor parte de los casos, este fenómeno se esplica fácilmente por la lei física denominada de los vasos comunicantes. Cuando muchos vasos o cavidades de una forma cualquiera comunican entre sí, si uno de ellos se llena de agua, los otros se llenan tambien, i el líquido llega en todos exactamente al mismo nivel. Los manantiales en este caso obedecen a la misma lei que hace saltar el agua de las fuentes que adornan las plazas o paseos. Pero se comprenderá mejor este fenómeno por la esplicacion de los pozos artesianos.

Se ha dado el nombre de *pozos artesianos* a ciertas fuentes abiertas por la mano del hombre, aun a simples pozos de un diámetro mui reducido, alimentados por aguas que vienen de una gran profundidad, i que aparecen formando un chorro mas o ménos elevado. Se obtienen estos pozos cuando al abrir verticalmente el suelo hasta una profundidad suficiente, se llega a una capa de agua subterránea que remonta a la superficie por el canal que se ha abierto. Los pozos artesianos son llamados así del nombre de la provincia francesa de Artois, donde han sido puestos en práctica desde hace muchos siglos. Parece, sin embargo, que los pozos de esta naturaleza eran conocidos de los antiguos ejipcios, que los usaban para regar los campos

---

aquellas en las cuales el hierro es bastante abundante para constituir el elemento característico. Se halla bajo tres formas: en el estado de carbonato, en el estado de crenato i de apocrenato, i por fin, en el estado de sulfato. Estas aguas son jeneralmente frias, de sabor estíptico, i abandonadas en contacto del aire pierden su trasparencia i dejan depositar un sedimento ocroso. Ademas del hierro contienen frecuentemente manganeso i arsénico en notable proporcion i algunas poséen tambien hidrójeno sulfurado. Las aguas ferrujinosas son abundantes en todos los puntos del globo, i la medicina saca un gran provecho de sus propiedades terapéuticas. Como ejemplo se pueden citar las aguas de Spa, en Béljica, la de Pyrmonte, las de Porla, en Suecia, etc. En Chile pertenecen a esta clase las aguas del Inca, algunos manatiales de Chillan, i el agua del Toro, en Coquimbo.

en el oásis. Los árabes los emplean todavia en los desiertos de Africa. En la China los han encontrado los viajeros europeos. Se cree que en Italia se usan desde un tiempo mui remoto, i se sabe que en Artois se emplean desde el siglo XII; pero en nuestra época, su construccion ha recibido notables mejoras, i los pozos prestan ahora servicios mui importantes.

Las aguas infiltradas por las montañas, penetran, como hemos dicho, al traves de los terrenos permeables, i acaban por formar grandes corrientes que circulan a bastante profundidad entre dos capas de esas rocas de sedimento, de que hemos hablado, que se estienden en secciones dilatadas, i que por su constitucion física son impermeables. Las aguas se encuentran allí como entre las paredes de un tubo, bajo la presion de la columna acuosa que ocupa las porciones superiores de ese canal. Si una abertura natural o cualquiera perforacion artificial llega hasta esas capas, el agua se elevará inmediatamente por esa salida casi hasta la altura del punto en que se infiltran las aguas, en virtud de la lei de hidrostática que hace que el agua busque su nivel en los dos lados de un tubo encorvado en U. Algunos pozos artesianos se encuentran en llanuras desde las cuales no se divisa ninguna elevacion, ninguna colina: pero esto no revela otra cosa sino que esas aguas han recorrido una gran distancia por debajo de las tierras.

La cantidad de agua que suministra un pozo artesiano varía segun el diámetro del tubo de ascension, i la mayor o menor facilidad con que se mueve el agua en los canales subterráneos. El pozo de Grenelle, en Paris, da 2,300 litros de agua por minuto. Estas aguas, como hemos dicho al hablar del calor central de la Tierra, tienen una temperatura constante, superior a la temperatura media del lugar; i ésta crece en proporcion a la profundidad del pozo. Son jeneralmente puras, i sirven no solo para el riego de los campos i para beberlas, sino que la industria las aplica para muchos usos. Se las emplea como motores aun en los paises que abundan las aguas corrientes, porque su temperatura elevada i permanente permite

aplicarlas al servicio de las máquinas durante los inviernos mas rigorosos, cuando el frio hiela los canales que corren por la superficie de la Tierra, e impide el movimiento de las ruedas hidráulicas. En el norte de Francia hai muchos molinos movidos por las aguas de esos pozos. En Wurtemberg se las hace circular por tubos convenientemente dispuestos para calentar los talleres. En otras partes sirven para mantener en los conservatorios una temperatura templada i uniforme. En fin, echando esas aguas en los estanques, se impiden las variaciones estremas de calor i de frio que con frecuencia causan la muerte de un gran número de peces.

Cuando se conoce el mecanismo interior en que están fundados los pozos artesianos, se puede esperar lejítimamente que es posible construirlos en toda llanura alejada de las montañas, en donde la disposicion de los terrenos estratificados permita la formacion de esas capas de aguas que los surten. Todas estas circunstancias faltan en Chile: los solevantamientos de numerosas montañas, han interrumpido la regularidad de las capas de terrenos sedimentarios, por la solidez de las grandes masas no estratificadas. Mui probablemente las empresas que se acometan en nuestro suelo para la construccion de pozos artesianos no darán resultado alguno favorable.

5.—El oríjen de los rios, como ha podido comprenderse, no se encuentra solo en el derretimiento visible de las nieves de las montañas. Aun en los países mas montañosos se observa que las aguas de las nieves forman un caudal reducido que debe naturalmente disminuirse por la evaporacion durante su curso, pero que se engruesa con un gran número de pequeños afluentes. Muchas veces es sumamente difícil discernir cuál es el rio principal i cuáles los afluentes, i aun las denominaciones jeográficas que se dan ordinariamente son del todo caprichosas. Así, por ejemplo, en la América del norte no hai motivo para decir que el Misouri es afluente del Mississippi, i no éste de aquél. Estudiando la marcha i desarrollo del rio Amazonas, se encuentra que en su oríjen la rama principal es el Ucayali o

Apurimac, al cual se juntan otros afluentes. El rio Aar, en Suiza, no es propiamente un afluente del Rhin, sino que éste va a echar sus aguas en aquél. En muchas ocasiones, pues, la distincion jeográfica entre rios principales i afluentes no está basada en la estension que recorren las aguas ni en el caudal de cada rio, ni siquiera en la direccion jeneral mas o ménos rectilínea del valle de cada afluente.

Sin fijarse en estas denominaciones, caprichosas en muchos casos, se puede decir que el conjunto de las pendientes i de los valles de donde nacen los manantiales i los arroyos que van a alimentar un gran rio, es lo que se llama su *hoya* o su *rejion hidrográfica.* Grupos de montañas, elevaciones mas o ménos pronunciadas del terreno, son la línea de division de esas oyas. Los Alpes, por ejemplo, en una porcion comparativamente reducida, separan las hoyas de rios que van a perderse al Adriático, al Mediterráneo i al mar del Norte. Pequeñas elevaciones separan la hoya del Paraná i la del Tocantino, de tal manera que los oríjenes de estos dos grandes rios estan separados por una corta distancia. El Misouri, cuyas aguas corren hasta el golfo de Méjico, i el de Columbia, que va a desembocar en el norte del océano Pacífico, nacen en las montañas Rocallosas, i sus oríjenes están separados solo por uno o dos quilómetros. En algunas ocasiones, la línea de separacion de dos rejiones hidrográficas está interrumpida por brechas al traves de las cuales las aguas pueden comunicarse de una hoya a otra. Llegando a esta brecha, las aguas arrastradas por una doble pendiente, se dividen en dos rios que corren en diverso sentido i a veces se encaminan a mares opuestos. Esto es lo que pasa en el alto Orinoco: este rio, a poca distancia de su nacimiento, se divide en dos, uno de los cuales marcha hácia el norte para vaciarse en el mar de las Antillas, i el otro denominado Casiquiere, va a juntarse con el rio Negro, uno de los grandes afluentes del Amazonas. Mas curioso sin duda es lo que, al decir de los indios i de los campesinos, ocurre en los Andes de Chile, a la altura de Valdivia, esto es, que una corriente de agua abundante

i aun podria decirse navegable, une al traves de las cordilleras los lagos de Riñihue i de Neltume, i pone en comunicacion el Atlántico con el Pacífico. Pero este singular fenómeno no ha sido convenientemente observado.

Hai casos en que la línea de separacion de las aguas es simplemente una llanura. En las estepas de la Rusia europea hai una línea de esta clase que corre de suroeste a noroeste como una especie de lomo de aquellos estensos llanos, en que toman su oríjen el Dwina, el Dnieper i el Volga, de los cuales el primero corre hácia el norte para caer al Báltico, i los otros dos hácia el sur para perderse en el mar Negro i el Caspio.

La hoya de un rio no comprende solo el valle que ese rio atraviesa, sino los valles de sus afluentes i de los afluentes de estos últimos. Cada una de esas hoyas puede ser designada con el nombre del rio, de modo que habrá hoyas principales, secundarias i terciarias; pero todas ellas forman parte de un sistema jeneral, que consiste en la configuracion i declive de todo el terreno. Así por ejemplo, la del Mississsippi, comprendiendo las del Arkansas, del Misouri, del Ohio i de infinitos rios independientes o tributarios de ellos, es la hoya mas grande del mundo, i mide cerca de cuatro millones de quilómetros cuadrados. La del San Lorenzo, que comprende los lagos de la América del norte, i la del Columbia, en el mismo continente, son inferiores. La América del sur posee dos grandes hoyas, la del Amazonas, con poco mas de tres millones i medio de quilómetros cuadrados, i la del Plata con cerca de dos millones. Ante estas grandes porciones de territorio, las hoyas de los otros rios del viejo i del nuevo mundo son pequeñas.

6.—El curso de los rios se divide en tres partes que se designan con el nombre de curso superior, medio e inferior. En la primera parte, el agua corre entre laderas escarpadas como un torrente que cae de roca en roca con impetuosidad i abriéndose paso i formando caidas i cascadas. Esos torrentes, que a veces se depeñan desde una grande altura, como se obser-

va en los Andes i en jeneral en todas las montañas, o que corren por entre las quebradas en lechos mui tortuosos, llevan aguas turbias, muchas veces rojizas u oscuras, que no se modifican sino cuando han tomado su curso normal i tranquilo.

Es verdaderamente prodijiosa la accion destructora que ejercen las aguas de los torrentes sobre los terrenos por donde pasan. Ciertas rocas encierran elementos solubles o lo son enteramente, como la sal jema: las aguas no pueden bañarlas sin destruirlas casi completamente por disolucion. Los efectos producidos por los torrentes están en proporcion con la inclinacion del terreno en que corren. Cuando se deslizan en terrenos movedizos, los ablandan, los desagregan i los arrastran en gran parte. Se ven torrentes bajados de las montañas, que trasportan consigo la tierra, la arena, los guijarros i aun los trozos de piedra que encuentran a su paso i que arrancan de su lecho. Las rocas se rompen en su caida; i los choques contínuos que reciben en su marcha acaban por hacer desaparecer sus filos i por darles una forma mas o ménos redondeada. Las tierras arrastradas en su camino, dan al agua de los rios el color turbio, muchas veces rojizo que tienen en la primera parte de su curso, i que solo desaparece cuando un declive ménos rápido les permite depositar una parte de esos materiales. Así, pues, al paso que los rios i torrentes desgastan las montañas, elevan sin cesar el nivel de los valles que riegan.

El pasaje de un valle a otro, el descenso de las diversas graderías de las mesetas que se desprenden de las montañas, i muchas veces el corte violento del terreno para bajar a una planicie ménos elevada, producen los diversos fenómenos conocidos con el nombre jenérico de *cataratas*, si bien los jeógrafos dan diversas denominaciones a la gran variedad de accidentes que presenta la caida de las aguas. De ordinario son simples arroyos los que se precipitan desde la altura de uno o muchos centenares de metros, i que caen formando un arco cuando el corte de la montaña es perpendicular, o deslizándose sobre él i arrancando las rocas salientes cuando ese corte tiene alguna

inclinacion. Esas caidas, acompañadas de ordinario de un gran ruido, i que presentan al viajero un espectáculo grandioso, tienen el nombre de *cascadas*. Pero a veces son grandes masas de agua, rios enteros los que se precipitan. Cuando el suelo no presenta una brusca solucion de continuidad, sino solo un declive mui sensible, se forma una *rápida*, es decir, una corriente dotada de tal impetuosidad que es imposible a las embarcaciones el remontarla, si bien se puede descender por ella con algun peligro. La rápida de Montmorency, en el Canadá, es una de las mas famosas que existen: una de las orillas de este torrente forma una série de gradas regulares que se llama la escalera de los jigantes, i que da la medida de la rapidez con que se desprenden las aguas.

En las cataratas i los saltos, por el contrario, el rio se precipita desde una altura mas o ménos considerable i por un corte que de ordinario es perpendicular. Los viajeros quedan estupefactos ante el espectáculo grandioso que presentan las caidas de esas grandes masas de agua, i las describen animados de un entusiasmo poético. Las cataratas mas antiguamente conocidas son las del Nilo, en los alrededores de Siena, en el alto Ejipto. En este sitio, el lecho del rio es desigual i está sembrado de escollos graníticos mas o ménos elevados que le cierran el paso en todos sentidos. Detenido por estos obstáculos, el Nilo parece retroceder, se levanta i los vence formando una série de pequeñas caidas de mui poca elevacion cada una, pero que presentan en su conjunto un espectáculo sorprendente. La de Maipure, en el rio Orinoco, está formada por una infinidad de pequeñas cascadas sucesivas en medio de rocas i de islotes cubiertos por hermosísimos árboles. La del Laja, al sur de Chile, presenta un espectáculo de otra naturaleza por la caida de toda el agua del rio en una inmensa columna. Hai muchas otras cataratas notables en el viejo i en el nuevo mundo. En el continente africano se han encontrado algunas de una gran belleza. Pero la mas notable de todas es la del Niágara, vasto canal que vácia las aguas del lago Erie en el lago Ontario, en la

América del norte. La catarata está situada a 32 kilómetros del primero de esos lagos i a 23 del segundo. El río se precipita desde una cresta de rocas calcáreas en forma de semicírculo. La pequeña isla de las Cabras divide las aguas en dos inmensas columnas, cuya altura es estimada en 50 metros. La catarata tiene cerca de un kilómetro de ancho: el ruido que produce se oye a 70 kilómetros, i la enorme nube de vapores que levanta se percibe a una gran distancia.

Estos fenómenos son de un alto interes para la ciencia, puesto que entran en el número de las causas que han modificado i modifican todavia la superficie de nuestro globo. Así, las cataratas del Nilo no tienen la grandiosidad maravillosa de que aparecen revestidas en las descripciones de los antiguos. El agua, precipitándose de lo alto, carcome incesantemente las capas del terreno, de suerte que las rocas privadas de apoyo caen con grande estrépito, i la catarata se retira mas i mas. La catarata del Niágara retrocede sin cesar hácia el lago Erie. En cuarenta años, este retroceso ha sido de 40 metros; por consiguiente, si continúan las mismas proporciones se necesitarán treinta mil años para llegar a las orillas de ese lago; i entónces el desbordamiento del Erie produciria una trasformacion completa de esa parte del territorio americano.

7.—Las cataratas, rápidas, etc., se producen sobre todo en los confines del curso superior de los rios. En el curso medio la pendiente se suaviza notablamente, i a veces casi desaparece. Pero una vez que se ha comunicado el impulso a toda la masa de las aguas, la sola presion las hace correr. Así, el Amazonas no tiene en una gran parte de su curso mas que un declive de tres centímetros por cada kilómetro. El Sena, un poco al occidente de Paris, tiene un declive de 32 centímetros por cada 2,144 metros, i el Loira tiene en una de sus secciones el mismo declive por cada 6,436 metros, i sin embargo, todos estos rios corren regularmente por el impulso que les ha dado el descenso mas rápido de sus primeras aguas.

En esta seccion, como en la anterior, el lecho del rio ocupa la parte mas baja del valle o de la hoya; pero las grandes cantidades de guijarros i de sedimentos que arrastra, i que el rio va depositando tan luego como el terreno le presenta un declive mas suave, hacen que ese lecho se eleve gradualmente. Esto es causa de que los rios modifiquen frecuentemente sus lechos, o mas bien que se estiendan ocupando mayor porcion de terreno, o que inclinen su curso a uno de sus lados, a menos que la industria humana les oponga diques poderosos.

Los rios están sometidos a desbordamientos o creces, como tambien a una disminucion de sus aguas. El derretimiento de las nieves i de los hielos, o lluvias estraordinarias, son la causa del primero de estos fenómenos, que suelen causar los efectos mas desastrosos en las poblaciones i en los campos cultivados. Además, muchos rios que no son mui rápidos, se conjelan durante el invierno i se cubren con una capa de hielo que adquiere a veces un espesor tal, que permite a los hombres i a los animales pasar sobre su superficie sin peligro alguno. Esto es lo que sucede en muchos rios del norte de la Europa, de los Estados Unidos i del Canadá. En la época del deshielo, en la primavera, el hielo se rompe en los puntos en que ofrece menos resistencia; las aguas arrastran masas inmensas que cuando encuentran algún obstáculo se amontonan, cierran el camino a las aguas i las hacen esparcirse en los campos, causando terribles estragos.

Los rios situados en la zona tórrida están sometidos a creces periódicas durante la estacion de las lluvias, i producen inundaciones estraordinarias. El Ejipto debe su fertilidad al desbordamiento periódico del Nilo, que esparce sobre sus campos una masa increíble de fango i de légamo benéfico. Las medidas ejecutadas en Syout han revelado que esas creces dan al rio un volúmen de agua quince veces mayor que en el tiempo ordinario; i las masas de terrenos de sedimento tienen un espesor de muchos metros. En el Africa i en el Asia las inundaciones de los rios tropicales, del Senegal, del Ganjes, etc., son

tambien mui considerables. Hemos dado a conocer las creces del Orinoco al hablar de los llanos de Venezuela; pero debemos recordar que el mismo fenómeno se observa en el Magdalena. el Guayas, el Amazonas, el Paraná, el Paraguai, i en jeneral en todos los rios de la zona tórrida. Esas creces están en proporcion de las lluvias; i se puede asegurar que en las selvas de la América meridional caen por término medio mas de dos metros de agua cada año.

Algunas veces, un rio encuentra en su curso un banco de rocas o cualquier otro obstáculo que le cierra el camino. De ordinario, describe una curva al rededor de ese obstáculo, sobre todo cuando arrastra un gran caudal de aguas; pero si mas arriba de ese obstáculo encuentra terrenos sueltos, el rio desaparece gradualmente de la superficie, se abre un camino subterráneo i va a aparecer de nuevo a una distancia mas o ménos grande. Tal es el caso del Ródano, entre Seyssel i la Ecluse, a su salida del lago de Jinebra. El Meusa se pierde igualmente bajo de tierra cerca de Bazoilles i reaparece un miriámetro mas léjos. El Guadiana, en España, se infiltra bajo praderas esponjosas, para salir mas léjos con mayor caudal de aguas. Esas praderas forman, según el lenguaje de los habitantes del país, un gran puente en que pueden pacer cien mil vacas. Otras veces, un rio se pierde realmente en el camino; las tierras o las arenas lo absorben, el Sol lo evapora ántes que llegue al mar. El Africa presenta numerosos ejemplos de estos rios incompletos, de esas corrientes que carecen de embocadura. En las pampas americanas se encuentran tambien algunos que, faltos de afluentes, desaparecen a causa de la evaporacion en lagos pantanosos, para no volver a aparecer.

En su marcha, los rios trabajan sin cesar en el ensanche de sus cauces, en destruir los obstáculos que se presentan a su curso. Las materias arrancadas de una parte por sus corrientes pasan en otras a rellenar los grandes bajíos, i de esta manera se regularizan las pendientes. No es raro encontrar las aberturas hechas por el rio en las cadenas de colinas que le

cerraban el paso, i que ahora le permiten un camino abierto entre dos rejiones distintas. Con frecuencia, al abrirse ese paso, el rio deja en pié un islote de piedra dura que no ha podido derribar. En otras partes, esos mismos materiales arrancados en un lugar i triturados por los choques, pasan a formar bancos de arena, en donde se detienen algunas rocas, los troncos de árboles i los cascos de algunas embarcaciones. Lentamente, el terreno se eleva con nuevos depósitos, i se forman al fin islas que mas tarde se cubren de vejetacion, como se observa en todos los grandes rios, en el Paraná, por ejemplo.

8.—Estos mismos depósitos son en parte la causa de que el curso inferior de los rios sea casi insensible. Allí donde la disminucion de la pendiente produce el reposo de las aguas, los rios depositan los restos que arrastran i forman en su embocadura montones de arenas i de légamo. Difícilmente podemos formarnos una idea aproximativa de las grandes cantidades de materias terrosas arrastradas por los rios i depositadas en su embocadura o tragadas por el mar. Los cálculos practicados en algunos rios, despues de recojer los datos mas escrupulosos, revelan hechos verdaderamente prodijiosos. En el curso de un año, el Gánjes arroja al mar una masa de barro que pesa 356 millones de toneladas. El Brahmaputra, su vecino, ejecuta un trabajo semejante. Pero de todos estos niveladores de los continentes, los mas activos son el Hoang-Ho i el Iang-tse-Kiang, en China. El primero, mas conocido con el nombre de rio Amarillo, por el color de sus aguas que arrastran un légamo amarillento, forma en su embocadura en mui pocos dias una isla de un kilómetro cuadrado, i se ha calculado que en 24,000 años puede llenar el espacioso golfo conocido con el nombre de mar Amarillo. El segundo, que corre un poco mas al sur, es mas conocido con el nombre de Azul, i forma el rio mas grande del Asia: arrastra tres veces mas materiales que el Gánjes. En la estacion de las lluvias, el Amazonas ocupa un ancho de 200 kilómetros, i sus aguas barrosas enturbian el atlántico hasta 200 leguas de distancia de su embocadura. Las tierras arrastradas

por el Pó i el Adije invaden gradualmente el mar Adriático: muchas ciudades, que en otro tiempo fueron puertos de mar, están ahora léjos de la playa. Adria, ciudad antigua que ha dado su nombre a ese mar, era puerto hace dieziocho siglos, i actualmente dista 30 kilómetros del mar. Ravena era puerto de mar hasta el siglo XIV, i ahora se encuentra a 6 kilómetros de la costa. El suelo de la Holanda ha sido formado en gran parte i en tiempos mui remotos, por los depósitos sedimentarios del Rhin, del Escalda i del Meusa.

Los rios no arrastran hasta su embocadura mas que las materias livianas, es decir, las tierras que arrancan a su paso i las arenas que resultan de la trituracion de las rocas. Al llegar al mar, esas materias encuentran el choque de las olas que detienen su marcha i las hacen retroceder hácia la playa. Esos depósitos que se acumulan incesantemente durante una série de siglos forman primero bancos, i mas tarde se elevan sobre el nivel de las aguas i dan oríjen a islas o a grupos de islas de una estension variable. Como la misma causa se mantiene siempre en accion, el espacio que separa esas islas entre sí i del continente, acaba por llenarse poco a poco. A los brazos de mar suceden lagunas poco profundas, en seguida estanques i pantanos, i en fin vastas playas cortadas en forma de triángulo por las ramas del rio que busca su salida i por las riberas del mar. El hombre no tarda en apropiarse ese terreno, que por su misma constitucion está dotado de una rara feracidad. Los antiguos le dieron el nombre de delta, a causa de su forma triangular i de su semejanza con la letra griega (Δ) llamada así.

El delta mas célebre es el del Nilo, que se estiende sin cesar sobre el Mediterráneo. El Pó, el Ródano, el Rhin, el Danubio, el Volga, el Eufrates, el Indo, el Gánjes, el Brahmaputra, el Irawadi, el Me-Kong i el Lena en el viejo mundo, tienen deltas mas o ménos análogos. En América se encuentran los deltas del rio Mackenzie, del Mississippi, del Orinoco i del Paraná al llegar al rio de la Plata. El delta del Mississippi es particularmente curioso: apesar de su estension está frecuentemente inun-

dado por las aguas, de suerte que la embocadura del rio es una série de pantanos; en sus creces de primavera, este rio jigantesco se cambia en un mar barroso que deposita sus sedimentos en los campos adyacentes, i ha formado una pequeña península que se alarga gradualmente cada año.

La embocadura del mayor número de los rios tributarios del océano que desembocan en los lugares en que se hacen sentir fuertes mareas, está diariamente barrida por el flujo i reflujo, i desembarazada de los depósitos del rio. La boca se ensancha i forma una especie de golfo profundo a que se ha dado el nombre de *estuario*. Como es fácil suponer, las aguas de esos rios toman el sabor salobre mucho ántes de llegar al mar, i están sometidas a la influencia de las mareas, aun a gran distancia de la costa. El Támesis i el Saverna en Inglaterra; el Sena, el Loira, el Jironda en Francia; el Elba i el Weser en Alemania, forman verdaderos estuarios. Pero es en América donde se encuentran los grandes golfos de esta naturaleza. Los del rio Colorado, entre la península de California i Méjico, del San-Lorenzo, del Amazonas i del Plata, los tres últimos, sobre todo, son sumamente notables. Mas adelante esplicaremos en qué consiste el fenómeno de las mareas; pero desde luego conviene advertir que en los puntos en que éstas son mui fuertes i en que el flujo i reflujo de las olas se hace sentir con toda su violencia contra las aguas de los rios, no es posible que se formen terrenos elevados ni bancos, i por lo tanto se constituye ordinariamente esa especie de golfo denominado estuario. Los deltas, como ha podido observarse, existen principalmente en los mares interiores, como el Mediterráneo, donde no se hacen sentir las mareas. Los del Mississippi i del Orinoco, aunque situados en el océano, están resguardados, como veremos en el capítulo siguiente, por las grandes corrientes de los mares.

En muchos rios, en el punto en que las aguas dulces se encuentran en contacto con las del mar, se forma una especie de banco de arena i de légamo, a que se da el nombre de *barras*. Algunas veces, la barra deja cerca de una de las orillas del rio

un paso o canal mas o ménos estrecho i bastante profundo para el tráfico de las naves, pero sujeto a cambiar de lugar, a tal punto que los pilotos están obligados a reconcerlos por sondajes casi diarios. Otras veces, la barra tiene mas fijeza i no ofrece canal, de tal modo que las naves que quieren entrar al rio deben dejar toda su carga para que el casco suba mas a la superficie. Las barras pueden formarse en el fondo de los estuarios, es decir, en la separacion entre el agua del mar i la del rio, como sucede en el Loira, donde el obstáculo existe mas arriba del puerto de San-Nazario. Las barras existen tambien en muchos rios que tienen un delta en su embocadura, esto es, hai con frecuencia bancos de arena que embarazan la navegacion de los canales que el rio forma al desembocar en el mar, como sucede en el Mississippi. Casi todos los rios de Chile, dotados de una rápida corriente a causa del declive del terreno, forman en su embocadura barras peligrosas para la navegacion.

El fenómeno de las barras ha sido estudiado con mucha prolijidad, i se conoce perfectamente su causa, si bien pocas veces se ha podido hallar el remedio. La corriente de agua dulce embarazada apénas por su choque con las olas del mar, continúa su movimiento por encima de las aguas saladas que vienen en sentido inverso. Los sedimentos que la corriente del rio deja caer, son tomados por la contra-corriente marina i empujados hácia el cauce del rio. Los cuerpos mas pesados que se deslizan por el fondo son detenidos en su marcha i confundidos con la arena, formando un remolino. Así se amotonan poco a poco las masas de materias que constituyen la barra, i ésta cambia de lugar. En tiempo de creces, como puede observarse en Chile, la masa de agua dulce es bastante poderosa para arrastrar la barra entera i trasportarla mas adentro del mar. En cambio, cuando bajan las aguas del rio, las olas marinas recobran la preponderancia, i la barrra, empujada de nuevo, aparece mas arriba en el cauce.

Al terminar esta rápida descripcion de los rios, debemos consignar aquí ciertos datos que contribuirán a dar a conocer

la grandiosidad del movimiento circulatorio de las aguas de que hemos hablado al comenzar este capítulo. El célebre jeógrafo inglés Keith Johnston, despues de un estudio comparativo de muchos hechos, cree que los rios llevan al mar mas de dos millones de metros cúbicos de agua por segundo. Esta cifra, por enorme que nos parezca, es insignificante si se la compara con el caudal de agua que cubre los mares de la Tierra. Admitiendo la exactitud de este hecho, basado en un estudio atento i prolijo, i suponiendo que el océano se hallase seco, se necesitaria de un trascurso de veinticinco millones de años para que los rios volvieran a llenarlo. Sin embargo, esos rios casi imperceptibles, por decirlo así, en comparacion del océano, desgastan poco a poco las montañas i las mesetas pàra llenar con sus escombros los abismos del mar. El mar Báltico, como hemos visto en otra parte, es un intermediario entre un mar mediterráneo i un encadenamiento de lagos de agua dulce; el mar de Azof se transforma gradualmente en rio, porque sus orillas tienden a acercarse la una a la otra. Pero estos mismos hechos tienen tambien por resultado el elevar el nivel medio de las aguas oceánicas i en hacerles cubrir las playas bajas, de manera que hai una doble causa de modificacion en el relieve i en el contorno de las masas continentales.

9.—Las cifras siguientes darán a conocer la lonjitud de los principales rios del globo:

AMÉRICA (1)

Rios	Embocaduras	Kilóms.
Amazonas	Océno Atlántico	5400
Missouri	Mississippi	3500
Plata con el Paraná	Océano Atlántico	3440
San Lorenzo con el San Luis	Golfo de San Lorenzo	3300
Mackenzie	Océano Artico	3200
Mississippi	Golfo de Méjico	3200

(1) Los rios de la América meridional que desembocan en el Océano

Rios	Embocaduras	Kilóms.
Paraná	Plata	3200
Rio del Norte	Golfo de Méjico	2700
Orinoco	Océano Atlántico	2400
Tocantin o Pará	Id. Id	2300
Arkansas	Mississippi	2200
San Francisco	Océano Atlántico	2100
San Lorenzo desde el lago Ontario	Golfo de San Lorenzo	1900
Paraguai	Paraná	1800
Ohio	Mississippi	1600
Oregon	Océano Pacífico	1600
EUROPA		
Volga	Mar Caspio	3100
Danubio	Mar Negro	2800
Dnieper	Id. Id	1700
Don	Mar de Asof	1500
Ural	Mar Caspio	1500
Petchora	Océano Artico	1300
Dwina	Mar Blanco	1300
Rhin	Mar Negro	1200
Elba	Id. Id.	1000
Loira	Océano Atlántico	1000
Vístula	Mar Báltico	1000
Oder	Id. Id.	900
Tajo	Océano Atlántico	900
ASIA		
Yenisei	Océano Artico	5000
Janh-Tse-Kiang (Azul)	Mar Oriental	4600
Hong-Ho (Amarillo)	Id. Id.	4200
Lena	Océano Artico	4000
Obi	Id. Id.	4000
Amur	Mar del Japon	3800
Me-Kong	Mar de China	3500
Salonen	Mar de las Indias	2900
Indo	Golfo de Oman	2600
Eufrátes	Golfo pérsico	2500
Gánges	Golfo de Bengala	2400
Dejihoun	Mar Aral	1900
Sir-Daria o Si-Hun	Id. Id.	1600
Tigris	Eufrátes	1300
Kolyna	Océano Artico	1300
ÁFRICA		
Nilo con el rio Blanco	Mediterráneo	4400
Nijer	Océano Atlántico	3400
Senegal	Id. Id.	1600
Gambia	Id. Id.	1300

Pacífico, son, en jeneral, mui poco caudalosos, i su curso es reducido. Así, en Chile, el rio mas largo es el Bio-bio, i solo tiene un curso de 250 kilómetros.

La mayor parte de estos datos está tomada del *Anuaire du bureau des longitudes (1869).*

10.—En todas las depresiones del suelo que reciben, sea por los rios, sea por las lluvias, mayor abundancia de agua de las que les sacan otras corrientes o de las que devuelven a la atmósfera por la evaporacion, se forman marismas, estanques, lagos. La masa de las aguas contenidas en esas depresiones no se aumenta, sin embargo, indefinidamente: una vez llenas, o bien se vacian por algunos puntos de su contorno, o bien su superficie, mas considerable entónces, ofrece una estension mayor, para que por medio de la evaporacion se establezca el equilibrio entre las aguas que recibe i las que pierde.

Pueden distinguirse muchas especies de lagos, segun el punto de vista bajo el cual se les considere; pero casi siempre, estas masas de agua guardan relacion con un rio. En efecto, los lagos son a veces la fuente de donde nace el rio, de tal manera que éste parece salir del seno de aquéllos. Otros están colocados en el trayecto de un rio que los atraviesa de un lado a otro. Hai lagos que están situados en la estremidad del rio, de modo que éste va á precipitarse allí sin volver a reaparecer. Solo hai un pequeñísimo número de lagos que se presentan aislados e independientes de todo rio.

Hablaremos primero de estos últimos. Los lagos independientes de todo rio, son vastos estanques o recipientes debidos a la acumulacion de las aguas del cielo, en las partes bajas de un terreno cuyo fondo es impermeable. Son mui poco profundos en jeneral. Crecen en invierno, i se agotan o a lo ménos disminuyen mucho a fines del verano, de tal suerte que su evaporacion se compensa con las lluvias. Se encuentran muchos lagos de esta naturaleza en las llanuras que se estienden al noroeste del mar Caspio, entre los montes Urales i el rio Irtich. Segun la naturaleza del suelo en que han corrido esas aguas para llegar a las partes bajas que forman el recipiente, se conservan dulces o disuelven materias salinas. Así se ve que entre los lagos de que acabamos de hablar, unos están llenos de agua dulce i otros contienen sal marina o comun, sal de Epson (sulfato de magnesia), etc. Se encuentran tambien

lagos que no reciben ni producen ningun rio en los cráteres de los antiguos volcanes. Se cita uno de los mas notables en la cima del Pico de Adan, o monte Samanala, en la isla de Ceilan, a cerca de dos mil metros de elevacion sobre el nivel del mar. En Europa se encuentran tambien muchos lagos de esta naturaleza. Citaremos solo el de Pavin, en las montañas de la Auvernia, en Francia, en la cima de Mont Dore, a 1,900 metros de elevacion sobre el nivel del mar, i con una profundidad de 93 metros: solo en las épocas de su mayor plenitud se desprende de él un pequeño arroyo.

Los lagos de donde sale un rio, están situados muchas veces en las montañas, i son debidos a la configuracion particular de los terrenos que reciben las aguas de las lluvias o las que resultan del derretimiento de las nieves, en cuyos bordes se abren una o muchas bocas. El Volga, el mas grande de los rios de Europa, tiene su oríjen en el lago Seligher, entre Moscow i Novogorod. El rio Amarillo, que atraviesa casi toda la China, nace en un pequeño lago situado en la falda oriental del Tibet. El lago de Rawan es el oríjen del Sedleje, afluente principal del Indo. El gran lago de Bear, en la rejion setentrional de América del norte, es el oríjen de uno de los tributarios del rio Mankenzie. En Chile los rios Teno, Maule i Laja, afluente este último de Bio-bio, así como el Jahuel, afluente del Aconcagua, tiene su oríjen en los lagos situados en la cordillera de los Andes. Los lagos de Ranco i de Llanquihue, los mas grandes que hai en el territorio chileno, aunque formados por los arroyos que se desprenden de los Andes, pueden ser clasificados en esta misma categoría: el primero da oríjen al rio Bueno i el segundo al Maullin.

Los lagos atravesados por un rio, tienen un oríjen distinto. En el curso de un rio, el lecho por donde corren las aguas puede ensancharse mas o ménos considerablemente, encontrar tierras bajas donde esparcirse, i formar un lago donde entran las aguas para salir por la parte opuesta. Los lagos de esta especie ofrecen una estension de aguas mucho mayor que los

precedentes. En los Alpes se encuentra en el curso del Mincio, el lago de Garda; en el del Adda, el lago de Como; en el del Tesino, el lago Mayor; en el del Ródano, el lago de Jinebra; en el del Rhin, el lago de Constanza; en el Augara, afluente principal del Yenisei, en la Siberia Asiática, el estenso lago de Baikal, que tiene mas de treinta mil kilómetros cuadrados, i que es el único lago que alimenta los lobos marinos, apesar de su inmensa distancia del mar. Los lagos de esta especie son tan numerosos, que no es posible citar mas de los enumerados; pero debemos recordar los mas importantes del continente americano.

La América del norte, entre el Canadá i los Estados Unidos, ofrece la mas vasta estension de agua dulce que se conozca en el mundo. El rio San Lorenzo, corriendo del oeste al este hácia el océano Atlántico, forma sucesivamente cinco enormes lagos, que abrazan una superficie de 220,800 kilómetros cuadrados, esto es, la sétima parte del Mediterráneo. El gran lago Winipeg, América inglesa, es formado por varios rios, uno de los cuales lleva el mismo nombre, i de él sale el caudaloso Nelson, que despues de formar otros lagos menores, va a desaguar en el mar de Hudson.

Los lagos de esta naturaleza están destinados a desaparecer en un tiempo mas o ménos largo, segun sea su capacidad i las condiciones i la cantidad del agua que reciben. El rio que los forma, arrastra consigo una gran cantidad de materias, piedras i tierra, i por esto mismo sus aguas son mas o ménos turbias. Al pentrar al lago, allí donde desaparece la corriente i donde halla mayor profundidad, deposita esos materiales en el fondo; las aguas se aclaran i se hacen trasparentes, i salen por el lado opuesto en un estado de limpieza que forman un visible contraste con el que tenian ántes. En el fondo del lago se forma así un terreno de sedimento, que no tarda en sobresalir de las aguas en las inmediaciones de su boca superior, del mismo modo que se construyen los deltas de los rios; i poco a poco ese delta va creciendo i el lago va estrechándose hasta desaparecer

al cabo de algunos centenares o millares de años. Esta revolucion jeolójica, lenta pero constante, visible en todas partes, ha sido particularmente observada en el estenso lago de Jinebra por los millares de viajeros que cada verano visitan la Suiza, porque allí todo se presta a una fácil i agradable observacion. Subiendo a alguno de los pintorescos cerros que rodean el lago, se desarrolla a nuestra vista un panorama espléndido. Al oriente baja el Ródano por el medio de una estrecha llanura de terrenos bajos i sedimentosos que ha formado en los siglos pasados. Sus aguas son barrosas, de un color blanquisco; i al entrar al lago forman, en una estension considerable, una mancha turbia perfectamente perceptible. En esa parte, las riberas del lago son bajas i fangosas. Pero, a ménos de un kilómetro de esa boca, las aguas han cambiado de color, i al llegar a Jinebra dondo el rio sale del lago, son las mas claras, las mas limpias, i las mas trasparentes que es posible ver. Así se comprende cómo el lecho de ese lago, que en los siglos anteriores se estendia mucho mas por el lado del oriente, se trasforme lentamente en valle del rio Ródano. Hace mil ochocientos años habia en su ribera oriental una aldea llamada Puerto Valais: hoi está situada a dos kilómetros de la orilla. Cuando el seno del lago se haya rellenado, dentro de algunos millares de años, el nombre de esa aldea será solo un testimonio elocuente de las grandes revoluciones jeolójicas que se verifican a la vista de los hombres civilizados, i que les sirven para esplicar las revoluciones de otras edades mas remotas.

Los lagos donde va a desembocar un rio no son mui numerosos. Las aguas de esos lagos se pierden en el suelo a medida que el rio las deposita, o desaparecen por el simple efecto de la evaporacion, del levantamiento del terreno con los materiales que el rio arrastra, como sucede en algunos puntos de Africa i en las pampas americanas. Los lagos de esta especie son muchas veces salados. Sin embargo, algunos tienen una grande estension, i ofrecen muchos de los caractéres de mares.

El mas notable es el Caspio, con cerca de 314,000 quilómetros cuadrados de superficie. Allí desaguan el Volga, el Ural i otros siete rios considerables. Hasta el siglo pasado, muchos jeógrafos creian que este inmenso lago tenia una comunicacion subterránea con el golfo Pérsico o con el mar Negro: sin embargo, por las medidas practicadas en los últimos cincuenta años, se conoce que el nivel de las aguas del Caspio está 29 metros mas abajo que el de los mares vecinos que se comunican con el océano, i este desnivel no podria existir si tuviera la comunicacion indicada. Es fuera de duda que el mar Caspio disminuye gradualmente de estension: uno de sus cabos era isla hace cincuenta años. Todo hace creer que las estepas que lo separan del lago salobre de Aral, estaban en otro tiempo ocupadas por las aguas, i que estos mares interiores son los últimos vestijios de una rama del océano que en una época remota unia el mar Negro con el golfo de Obi, i separaba la Europa del Asia. El fondo del Caspio es mui disparejo: en algunos puntos se encuentra una profundidad de 720 metros; pero en una porcion de él, sobre todo en su parte norte, su fondo es mui bajo, de donde resulta que las aguas se calientan fácilmente allí i que la evaporacion en los meses de verano es tan activa que se establece una rápida corriente de norte a sur para equilibrar el nivel superficial. Fuera de esta revolucion, debida a una causa particular, el Caspio no tiene los movimientos de los mares. No se conocen ahí las mareas: pero hai vientos mui fuertes que producen tempestades peligrosas.

El lago Aral pertenece a la misma clase, pero es mucho mas pequeño (1). Su superficie mide 120,000 quilómetros cuadrados. Desembocan en él tres rios considerables; pero el nivel de sus aguas es 68 metros mas bajo que el del océano. El istmo que lo separa del mar Caspio tiene todas las apariencias de haber sido ocupado por las aguas en una época remota.

(1) Las aguas del Aral son mucho ménos salobres que las del océano.

El mas singular de estos lagos salobres es el mar Muerto, situado en la Siria, a espaldas de Jerusalen. Su estension es de 1,300 quilómetros cuadrados, i recibe por el norte al rio Jordan; pero el nivel de sus aguas es 427 metros mas bajo que el del océano. Sus aguas, poco profundas, son limpias, pero mucho mas cargadas de sal que las del océano, i de un sabor mui desagradable; su pesantez específica es una quinta parte mas considerable que la del agua destilada; i contiene grandes dósis de cloruro de magnesia i de bromuro. A estas circunstancias se debe el que no alimenten peces, i que éstos mueran cuando se les arroja en ellas; pero es falso que sus vapores maten las aves que pasan por encima del lago, puesto que hai muchas especies que viven en sus orillas, como es falso el que no se sumerja nada de lo que se coloca en su superficie. Sus orillas son planas i áridas: en ellas se encuentra mucha sal i piedras betuminosas, que arden como el carbon de piedra, esparciendo un olor infecto. El lago está encerrado entre dos colinas que llevan la huella de violentas conmociones volcánicas. La vejetacion no es abundante en los campos vecinos, pero no es exacto lo que han dicho algunos jeógrafos, aun en nuestro siglo, que las frutas que producen esos campos, aunque mui hermosas en apariencia, se reducen a cenizas o polvo al tocarlas. El lago Salado, en el territorio de Utah, en los Estados Unidos, entre las montañas Rocallosas i la Sierra Nevada de California, presenta muchos de los caractéres del mar Muerto.

Hai tambien algunas lagos que son alimentados por rios que van a desaguar en su seno, i que poseen aguas dulces. A este número pertenece el Balkach, en la Rusia asiática, que tiene 16,000 quilómetros cuadrados; i el Titicaca, en la meseta de Bolivia, inferior a aquél en tamaño, pero que tiene la particularidad de estar situado a la altura enorme de cerca de 4,000 metros sobre el nivel del mar. Las observaciones practicadas en este lago hacen creer que sus aguas han disminuido considerablemente. De él sale el rio Desaguadero, que lleva sus aguas a un lago inferior llamado Pampa Aullagas. Este último

lago ofrece una particularidad digna de señalarse: recibe por el rio Desaguadero una cantidad considerable de agua: sus aguas no tienen ninguna salida superficial, es decir, de él no sale ningun rio; i sin embargo, su caudal es siempre el mismo. Estando el lago situado a 3,742 metros sobre el nivel del mar, no es probable que este hecho sea solo el resultado de la evaporacion; es posible que pierda una parte de sus aguas por algun conducto subterráneo.

Se da el nombre de *lagunas* a ciertos lagos que desembocan en el mar. El territorio de Venecia ofrece ejemplos de lagos de esta especie; en Chile existe la laguna de Vichuquen, en la costa de la provincia de Curicó.

No es raro que se formen lagos accidentales, por decirlo así, en las laderas de las montañas, que causan los mas espantosos estragos. La caida de una avalancha cierra ciertos valles estrechos: las aguas detenidas en su curso, forman lagos miéntras los materiales amontonados constituyen un dique resistente; pero cuando éste cede, la irrupcion de las aguas reunidas muchas veces en cantidades prodijiosas, i que se desprenden con una gran rapidez, producen los mas terribles daños. Esa fuerza jigantesca arrastra, rompe i trastorna todo cuanto encuentra a su paso: sembrados, árboles, habitaciones. En Suiza se conserva el recuerdo doloroso de algunas destrucciones causadas por estos lagos.

Muchos lagos son periódicos, es decir, se llenan bajo la influencia de las lluvias en una estacion, i se vácian por efecto de los calores prolongados que la siguen. Así, se secan, durante la estacion ardiente, muchos lagos de los paises ecuatoriales, como el lago de Sal del Sahara i el de De-Caer en el Senegal; en América sucede lo mismo en los lagos pantanosos del Paraguai. Es famoso el lago periódico de Zirknitz, en Carniola, en Austria, que mide como 50 quilómetros cuadrados. En él se pesca, se siembra i se cosecha. Al acercarse el verano, las aguas se retiran por conductos subterráneos que se ven en el fondo del lago; i este fondo, que permanece en un estado fan-

goso, permite por su feracidad que se haga una rica cosecha; pero a fines de otoño, las aguas vuelven con un ruido espantoso por donde mismo se habian retirado, i lo cubren en pocos instantes. Por algunas de sus bocas salen peces bastantes grandes que viven en el lago; i por una de ellas aparecen patos, que nacen ciegos i que adquieren vista despues de dos o tres semanas. (1)

Se puede señalar, como uno de los fenómenos mas singulares, ciertos movimientos semejantes a las mareas que tienen algunos lagos. Todos los lagos largos i estrechos sobre cuya superficie se esperimentan variaciones atmosféricas de una manera repentina i violenta, ofrecen frecuentemente, i en particular en la primavera i en el otoño, oscilaciones de nivel que no se pueden esplicar sino por una diferencia en la presion del aire. En el lago de Jinebra (en Suiza) i en el de Wettern (en Suecia), se ve en ciertos dias borrascosos que las aguas se elevan de repente cerca de dos metros para bajar en seguida rápidamente; i estas alternativas se continúan durante muchas horas. El Wettersee, tambien en Suecia, cuyas aguas tienen una trasparencia tal que se puede ver una moneda a 35 metros de profundidad, el Lomod, en Escocia, i el Boleslaw, en Bohemia, esperimentan algunas veces movimientos estraordinarios bajo el influjo de una causa desconocida: el primero lanza al aire pedazos de los hielos que lo cubren durante el invierno. En la Nueva Zelanda se ha encontrado hace poco un lago llamado Roto-Mahana, cuyas aguas calientes despiden sin cesar columnas de vapor.

---

(1) F. Arago ha hecho una interesante descripcion de este curioso lago en su tratado que lleva por título *Les puits forés*, chap. V, § 6. Allí señala la existencia de una vertiente análoga cerca de Sablé, en Anjou, en Francia. Este tratado de Arago se encuentra reimpreso en el tomo VI de sus obras completas, que es el III de las *Notices scientifiques*. Véase la pájina 291 i siguientes.

Muchos lagos parecen rellenar su fondo con las materias arrastradas por los rios, como sucede en el Caspio, i por tanto se disminuyen sensiblemente sus dimensiones. Otros, por fin, hai que prestan grandes servicios a la industria por las sustancias que producen. Unos, como hemos dicho dan sal comun, i otros sal de Epson, mui usada en la medicina. En Toscana, en Italia, hai pequeños lagos que producen en abundancia el ácido bórico, que la química beneficia i emplea en la liga de algunos metales i en la fabricacion de cristales i porcelanas.

El cuadro siguiente dará a conocer la magnitud de los principales lagos del globo:

AMÉRICA			
Michigan	68,000	quilóm.	cuad.
Superior	62,000	,,	,,
Huron	49,000	,,	,,
Winipeg	30,000	,,	,,
Esclavo	28,000	,,	,,
Erie	27,000	,,	,,
Ontario	14,000	,,	,,
Titicaca	8,340	,,	,,
Pampa Aullagas o Poopó	2,790	,,	,,
EUROPA			
Ladoga	18,344	,,	,,
Wener	5,435	,,	,,
Mayor	2,025	,,	,,
Onega	1,200	,,	,,
Jinebra	577	,,	,,
ASIA			
Caspio	313,900	,,	,,
Aral	120,000	,,	,,
Baikal	30,700	,,	,,
Balkhach	16,000	,,	,,
Van	7,650	,,	,,
Muerto	1,300	,,	,,
ÁFRICA			
Tschad	74,000	,,	,,
Tanganyika	16,000	,,	,,

11. Los pantanos o marismas ocupan el último lugar entre las aguas continentales.

Son lagos poco profundos, cuyas aguas estancadas o con mui poco movimiento, están cubiertas ordinariamente de pajonales i cañas, i rodeadas de árboles que alimentan sus raices en el suelo barroso. En la zona tropical, los pantanos están casi siempre enteramente ocultos por multitud de plantas o por selvas de árboles cuyos troncos estrechados entre sí dejan ver por intervalos el agua detenida en el suelo. Los pantanos se forman por las lluvias en terrenos que los ardores del verano no alcanzan a secar, por infiltraciones de las aguas subterráneas, por inmediacion de algun lago i por las inundaciones o las infiltraciones de los rios que corren por terrenos bajos i sin declive pronunciado. Esto último es lo que sucede en los estensos pantanos del sur del Paraguai i del norte de la provincia de Corrientes, en la República Arjentina.

Muchos pantanos son intermitentes, es decir se secan periódicamente cuando una causa cualquiera, como la baja de los rios, produce la disminucion de las infiltraciones. No son favorables en jeneral mas que para las plantas acuáticas; i los vejetales que se producen allí son siempre emfermizos, i las frutas que se dan no tienen ni sabor ni aroma. Algunos de ellos no alimentan mas que una vejetacion inferior que se acumula i altera en el fondo para formar una materia negruzca i esponjosa que con el nombre de *turba* sirve como un exelente combustible. Los animales de la raza ovina i bovina, que se alimentan en los pantanos, encuentran en ellos un pasto abundante, pero poco nutritivo i frecuentemente dañino. En fin, las aguas de los pantanos, mezcladas constantemente con sustancias orgánicas en descomposicion, provenientes de las especies vejetales que allí existen, i otras de los muchos animalitos que viven en ellos en gran profusion, adquieren un sabor desagradable i un olor fétido, i exhalan en el verano efluvios que causan fiebres malignas. Esos efluvios, elevados por el vapor de agua, se esparcen en la atmósfera bajo la influencia de la irradiacion solar, i los vientos los trasportan frecuentemente a grandes distancias, para condensarse en la noche con el enfriamien-

to del aire. Esto es lo que se verifica en los valles de la costa del Perú, donde estas emanaciones desarrollan fiebres intermitentes conocidas con el nombre de tercianas, i en muchos otros lugares de las tierras bajas de la zona tórrida, aun de la zona templada vecina a los trópicos, i aun en las inmediaciones de Roma. Son de tal manera funestas al hombre, que en algunos paises sometidos a su accion, la vida media es mas corta, i aun se ha visto diezmarse las poblaciones bajo su maléfico influjo.

Todos los paises del mundo tienen pantanos o marismas mas o ménos estensos. Son famosas las marismas pontinas al sur de Roma, las de la Siberia, las de Irlanda, las de los llanos del Mississippi; pero las mas estensas son las que existen en el Brasil, Paraguai i República Anjentina, en los territorios inmediatos al rio Paraguai. Algunos pantanos son productivos por la sal que se recoje, i otros por la turba que se forma en su fondo; pero los males que producen no son indemnizados por estos beneficios, si bien conviene advertir que los pantanos de las tierras templadas, donde la evaporacion es menor, son mucho ménos funestos al hombre que los que se encuentran en la zona tórrida.

CAPITULO VII

El Océano

1. El océano; su nivel superficial; el fondo; profundidad; sus habitantes. —2. Composicion de las aguas del mar; salobridad.—3. Color de las aguas marinas.—4. Fosforescencia del mar.—5. Temperatura del mar. —6. Los mares polares.—7. Movimientos del mar; las olas, sus diversas formas.—8. Corrientes; sus causas.—9. Direccion i marcha de las corrientes del océano.—10. Corrientes submarinas i periódicas.—11. Mar de Sargaso.—12. Las mareas; sus causas; su desarrollo; establecimiento del puerto; influencia que sobre ellas ejercen la configuracion de las tierras i los vientos.—13. Mascarat.—14. Remolinos —15. Efectos jeolójicos de los movimientos del mar.

1.—Los mares, como hemos dicho en otro lugar, ocupan aproximativamente tres cuartas partes de la superficie del globo. No siempre han tenido la configuracion con que los vemos ahora. Cuando se estudian la estructura, la composicion i la forma de las diferentes partes que constituyen la costra terrestre, se encuentran casi por todas partes pruebas irrecusables de una larga mansion de las aguas saladas. Los grandes depósitos de rocas calcáreas que se hallan en el interior de los continentes, los fósiles marinos que se ven en las montañas, bastarian para probarnos este hecho, si en el tiempo de que guarda recuerdo el jénero humano, no se hubiesen observado algunas transformaciones, solevantamientos en unas partes, i depresiones en otras. El mar, segun la opinion de los jeólogos, ha cu-

bierto toda la Tierra durante un largo trascurso de siglos: solo mas tarde han comenzado a levantarse los continentes, i el océano ha ganado sin duda en profundidad lo que habia perdido en estension.

Esta vasta estension de agua, en virtud de las leyes fundamentales de la hidrostática, se encuentra en todas partes a la misma altura. Sin duda por el efecto de los vientos, de las mareas i de la presion de la atmósfera, hai siempre ciertos puntos mas elevados i otros mas deprimidos. El nivel medio de los mares es en todas partes el mismo, i por eso se le toma siempre como punto de partida en la medida de las alturas, es decir, de las desigualdades que presenta la corteza terrestre. Este hecho, deducido de una lei física, ha sido corroborado por la observacion, apesar de que la medida del nivel de los mares presenta, a causa de los variados movimientos de las aguas dificultades casi insubsanables. Los sabios de la espedicion francesa que, a fines del siglo pasado, fué a esplorar el Ejipto, creian que el mar Rojo estaba elevado nueve metros sobre el Mediterráneo. Hácia la misma época, Humboldt pensaba que el nivel del Atlántico era tres metros superior al del Pacífico. Los trabajos posteriores han revelado la igualdad del nivel en todos los mares; i la apertura del canal de Suez ha comprobado prácticamente esta verdad.

Las grandes revoluciones jeolójicas que han levantado las montañas i formado las llanuras, han ajitado tambien el fondo del océano. El lecho de los mares ofrece desigualdades análogas a las que se observan en los continentes. Presenta llanuras, cadenas de montañas, valles, mesetas, picos aislados, verdaderos conos volcánicos como los que se encuentran en la tierra. Se hallan a veces abismos a cuyo fondo casi no puede alcanzar la sonda de los navegantes; a veces el fondo está a poca distancia de la superficie de las aguas i forma bancos i escollos peligrosos para las naves. En unas partes, las fuentes de agua dulce saltan del fondo del océano: en otras, los volcanes submarinos lanzan montones de lava i de escoria, i los temblores de tierra

ajitan el fondo de los abismos como la superficie de los continentes. En muchos puntos se ha observado la existencia de una vejetacion submarina ménos abundante i ménos vigorosa que la de los continentes, pero variada e interesante.

Desde hace pocos años la ciencia se ha ocupado en medir la profundidad de los mares. El gobierno de los Estados Unidos ha establecido un sistema regular de operaciones para llegar a este resultado. El gobierno ingles ha costeado viajes científicos para estudiar éste i otros fenómenos del mar. Se han inventado los mas curiosos aparatos para medir la profundidad, para observar las temperaturas submarinas, para estudiar la naturaleza de los abismos que hasta hace pocos siglos los sabios llamaban insondables i sin fondo. La parte mejor estudiada del océano es el Atlántico del norte, allí donde por sus dos riberas está rodeado por los pueblos mas civilizados del globo. La colocacion de los cables telegráficos que unen el nuevo al viejo continente, han estimulado estos estudios; i hoi dia se conoce una carta de esa parte del océano que no puede apartarse mucho de la verdad. El Mediterráneo ha sido igualmente estudiado por causas análogas, i su fondo puede considerarse suficientemente conocido (1).

---

(1) Es mui injenioso el sistema empleado por algunos escritores para describir las irregularidades del fondo del Atlántico, que es el océano mejor conocido, suponiendo la disminucion de sus aguas por secciones horizontales que fueran descubriendo gradualmonte el fondo. Se nos permitirá dar lugar en esta nota a la traduccion de algunas pájinas de Herschel.

«Supondremos secciones horizontales que correspondan a profundidades de 1000, 2000, 3000, 4000 i 5000 brazas (medida equivalente a seis pies ingleses), las cuales por consiguiente determinarian los perfiles de la costa de los continentes e islas si el mar bajase en nivel sucesivamente en aquellas respectivas profundidades. La primera de estas secciones (la de 1000 brazas) corresponde mui aproximadamente en su forma jeneral al actual perfil de las costas, o mas bien a lo que ese perfil seria suponiendo en el lado americano que el mar Caribe i el golfo de Méjico formasen parte de la tierra firme, de tal suerte que el continente se estendiese hasta el último estremo de las islas Bahamas i Caribes; i suponiendo que las

Las observaciones hechas en los otros puntos del océano no solo son incompletas, sino que en muchas ocasiones son contradictorias. Se habla de profundidades de 14 i de 15,000 metros halladas por la sonda en el Atlántico del sur; i de una de 14,000 observada entre el Pacífico i el mar de las Indias. En estos abismos se podria colocar el Gaurisankar, el monte mas alto del mundo, i poner en su cima el Monte Blanco, el pico mas elevado de los Alpes, i todavia faltaria mucho para que

---

irregularidades de la costa norte-americana desapareciesen estendiendo el perfil al rededor de la Nueva-Escocia con inclusion de Terra-Nova i su gran banco; i suponiendo en el lado europeo i africano que tambien formasen parte del continente el golfo de Gascuña i los canales de la Mancha i de San Jorje. Esta primera seccion horizontal apénas se desvia mas de 120 millas jeográficas de los perfiles de costa que acabamos de suponer. Parece que el perfil de las costas modificado de esta manera no daria lugar a que quedasen descubiertas nuevas porciones de tierra de alguna importancia, sino únicamente a un ensanche moderado de las islas Azores, i uno mui insignificante de las islas Maderas, Canarias i de Cabo-Verde.

«La seccion horizontal de 2000 brazas, en lo que respecta a la costa del oriente, fijaria un perfil que se asemeja mucho al perfil de los continentes europeo i africano, incluyendo en las tierras firmes las islas Canarias i Cabo-Verde, sin apartarse mas de 250 millas de la costa actual, escepto en los alrededores de estas últimas islas, pero acercándose mas a la costa europea que a la africana. Por lo que hace al lado occidental, esta seccion horizontal, desde el grado 10 de latitud sur hácia el norte, sigue la costa (modificada como hemos supuesto en el párrafo anterior) en su mayor parte dentro del mismo límite de distancia que en el lado oriental, habiendo un declive mas rápido cerca del mar Caribe, hasta que llegamos a un punto situado mas o ménos a la latitud norte de 43°, i lonj. 43 oeste de Greenwich, donde se aleja de las costas actuales i se vuelve de repente hácia el sur, corriendo en una direccion meridiana por el espacio de 16 grados de latitud, i formando en este trayecto el límite occidental de una gran meseta submarina que llena casi todo el lecho de la parte norte de la hoya del Atlántico, i cuyo punto culminante, si esta meseta quedase en seco, seria el pico de las Azores. En esta hipótesis, veríamos una lengua de tierras que seguiria ¡cosa singular! la tendencia jeneral de la configuracion de los continentes. (Aquí se refiere Herschel al hecho de que todas las penínsulas se dirijen hácia el sur, como lo hemos dicho en la páj. 43). Esta lengua de tierra no seria mui diferente por su forma a la Italia, i se estenderia por el sur hácia el trópico de Cáncer, dejando un

tocase la superficie de las aguas. Pero, volvemos a repetirlo, estas medidas no son perfectamente seguras. Se sabe sí que el relieve continental es mucho ménos alto que la distancia que média entre la superficie del océano i un gran número de las profundidades de su seno.

El estudio del fondo del mar ha conducido a resultados admirables para los progresos de la historia natural. Contra lo que a primera vista podria creerse, el océano es mucho mas

---

canal de cerca de 500 millas de ancho entre ella i el continente oriental; i ligada en su estremidad suroeste con una gran masa triangular de la figura de la Sicilia, dos lados de la cual tendrian una semejanza jeneral con el perfil actual de los continentes americanos, pero de manera que dejase un canal de 800 a 900 millas de ancho en ese lado que lo separase de la costa de los Estados Unidos.

«Si el Atlántico bajase otras mil brazas (a la seccion horizontal de 3000) quedaria en seco todo el costado del fondo que está al lado de Europa i de Africa; i la meseta de que se ha hablado formaria una prolongacion del continente europeo. Las islas británicas i el continente de Europa quedarian unidas a la costa del Labrador, i no quedaria del océano mas que un canal comparativamente estrecho, que seguiria su curso no mui léjos del perfil actual del continente americano; en seguida quedaria reducido a mui pequeñas dimensiones en las Caribes, i de ahí se abriria formando una gran bahia o lago salado, ocupando esa parte del área enfrente de los Estados Unidos, i estendiéndose entre las islas Bermudas i el costado sur del banco de Terranova. La parte central i mas honda de este lago parece que seria un largo valle que se estiende casi de este a oeste, desde la lonj. 46° a 67° oeste Greenwich, cuya profundidad actual es 25 a 30,000 pies.

«Mediante el primer procedimiento que hemos supuesto en la bajada del océano, quedaria en seco el Báltico, puesto que su profundidad en ninguna parte es mayor de 1,100 pies, como tambien quedaria el mar del Norte, los canales de San Jorje i de la Mancha, i el golfo de Gascuña; pero el Mediterráneo permaneceria como un gran lago salado con una barra estendida al traves del estrecho de Jibraltar a una profundidad de 990 pies bajo la superficie actual; i detras de ella el agua baja tan rápidamente que entre Jibraltar i Ceuta, donde la anchura del canal no pasa de doce millas, la profundidad alcanza ya 6,000 pies; 90 millas al este de Malta encontramos una profundidad de 15,000; entre Ródas i Alejandria 9,900; i entre este último lugar i Candia, 10,200; de suerte que el segundo procedimiento de nuestro descenso imajinario del nivel del mar dejaria

poblado que los continentes, que solo mantienen la vida en su superficie. No solo las capas superiores sino las mas profundas del mar están llenas de organismos, i en ciertos parajes los millones de millones de seres se estrechan en prodijiosas muchedumbres. Hace pocos años se creia que a consecuencia de la presion del agua, a una profundidad de 600, de 1,000 metros a lo mas, toda vida animal era imposible. Diversas observaciones esperimentales parecian desmentir esta teoria; pero solo

---

en seco todo el lecho del Mediterráneo.» Sir John Herschel, *Physical Geography*, § 34, 35, 37 i 38.

Para comprender mejor las diferencias de profundidad del Atlántico, conviene tener a la vista la carta del lecho de este océano que acompaña a la célebre obra del comandante Maury titulada *Physical Geography of the sea*, que ha sido reproducida muchas veces aun en libros mui elementales como *Le fond de la mer*, por S. Sonrel i *L'Eau*, por G. Tissandier *(Biblioteca de las maravillas)*. No estará demas advertir que de la obra de Maury existe una buena traduccion castellana hecha por el almirante español D. J. N. de Vizcarrondo, i publicada en Madrid con sus mapas en 1860. Pero conviene recordar que las mas recientes esploraciones han modificado algunos de los detalles de esas cartas submarinas.

M. Elisée Reclus ha hecho una pintoresca descripcion del fondo del Mediterráneo, siguiendo el sistema empleado por Herschel para describir el Atlántico. Véase el cap. I del 2.º tomo de su excelente libro *Les phénomènes terrestres)*. Héla aquí:

«Si este mar interior bajase de repente unos 200 metros, su lecho se dividiria en tres centros distintos: la Italia se uniria a la Sicilia i la Sicilia por un istmo al Africa: el estrecho de los Dardanelos i el Bósforo se cerrarian; pero la puerta marina de Jibraltar quedaria para la libre comunicacion con el océano Atlántico. Que el nivel baje 1000 metros, i el mar Ejeo, el Ponto Euxino i el golfo Adriático desaparecerian por completo o no dejarian en el fondo de su lecho mas que charcos sin importancia: el resto del Mediterráneo se dividiria en muchos Caspios aislados o comunicados entre sí por estrechos canales; en fin, la puerta de Jibraltar uniria el promontorio terminal de Europa a las Montañas del Africa. Si el nivel bajara 2000 metros, no dejaria mas que tres lagos interiores: al oeste un lecho triangular ocupando la depresion abierta entre la Francia i la Arjelia; en el medio una larga cavidad dirijida de Creta a Sicilia; al este una cavidad situada a lo largo de las costas de Ejipto. La mayor profundidad mediterránea, que pasa de 4,000, está al norte de las Sirtas, casi en el centro jeométrico del lecho.»

en 1860, despues de sondajes practicados en el Atlántico del norte, en que se cojieron animales vivos a una profundidad de 2268 metros, se reconoció el error de los naturalistas. Los trabajos se continuaron mas tarde con resultados iguales; i por fin, en 1868 i 1869, los sabios ingleses Carpenter i Wyville Thomson han sacado del fondo de los mares que se estienden entre las islas Feroe i la Escocia no solo quintales de barro compuesto principalmente de pequeños moluscos, sino diversos tipos de animales superiores pertenecientes en gran número a especies que se creian fósiles. Tan abundante i variada ha sido la cosecha recojida hasta en profundidades de 4400 metros, que a las 451 especies de moluscos marinos enumerados en la fauna británica han venido a añadirse 117 especies nuevas (1).

2.—Las aguas del mar tienen un olor nauseabundo i un sabor ámargo i mui salado. Se atribuye su amargura a las sales de magnesia, miéntras que su salobridad proviene del cloruro de sodio o sal comun. Se han hecho muchos análisis químicos de las aguas del mar; i aunque ejecutados con mucha prolijidad, han dado resultados diferentes en la proporcion de los elementos que las componen. Esta diferencia, nacida de las circunstancias de localidad i de la estacion en que se ha tomado el agua para examinarla, es, sin embargo, poco apreciable, i todos los análisis tienen un fundamento comun. El análisis de mil gramos de agua del océano Atlántico, ha dado las sustancias i las proporciones siguientes:

---

(1) De todos estos hechos, así como de los mejores estudios sobre el fondo del mar, hallará el lector ámplias noticias en el interesante libro de M. Wyville Thomson. *The depths of the sea* (Los abismos del mar), London, 1873, 1 v. en 8.º, ilustrado de excelentes grabados.

Acido carbónico..................	0.23
Cloruro de sodio..................	23.10
Id. de magnesia...............	3.50
Sulfato de magnesia..............	5.78
Carbonato de cal i de magnesia..	0.20
Sulfato de cal......................	0.15
Total del resíduo fijo....	34.73

Ademas de estas sustancias, se descubren algunos indicios de óxido de fierro, de bromo i de iodo, así como una pequeña cantidad de potasa que parece provenir de la descomposicion de los vejetales arrastrados por los rios. Por otra parte, se concibe que, siendo el mar una especie de receptáculo universal, se deben encontrar en él casi todos los elementos químicos del globo, pero algunos en proporciones tan pequeñas que los reactivos ordinarios no pueden revelar su presencia. Como se vé, la proporcion de las materias salinas contenidas en las aguas del mar pasa de un tres por ciento; sin embargo, varía segun los lugares. El océano contiene mas sales en el hemisferio sur que en el hemisferio norte; i el Atlántico es mas salado que el Pacífico. A causa del derretimiento de los hielos, la salobridad de los mares polares es menor todavía.

Por la presencia de estas sales, el peso específico del agua de mar es superior al de las aguas dulces. Ha sido avaluado por Gay-Lussac en 1.0272. La salobridad de las aguas marinas varía en los mares polares con las estaciones; i el agua dulce, en razon de su menor peso específico, ocupa las capas superiores. El agua de lluvia tiende a hacer ménos saladas las aguas superficiales del mar. El océano, ademas, es ménos salado en la embocadura de los rios que hacen sentir su influencia a mucha distancia: así, por ejemplo, el Amazonas minora la salobridad de los mares hasta la enorme distancia de 480 quilómetros de su embocadura. En fin, los mares profundos son

mas salados que los que tienen poca profundidad; miéntras que los mares interiores que se comunican con el océano, son menos salados que éste, a consecuencia de la abundancia de las aguas fluviales que reciben. El Mediterráneo se separa de esta regla, porque la cantidad de agua que le quita la evaporacion es mayor que la que le llevan los rios, i su nivel se mantiene por la afluencia de las aguas del Atlántico.

A consecuencia de la salobridad de las aguas del mar, se necesita para que se conjelen de una temperatura mas baja que la que basta para conjelar las aguas dulces. En el mar de Groenlandia, por ejemplo, la conjelacion comienza a dos grados i medio bajo cero. Resulta de aquí que los elementos salinos mantienen líquidas las aguas del océano bajo latitudes en que no formarian mas que un campo de hielo si sus aguas fuesen dulces. Otra ventaja de esta salobridad del mar, es que las naves, en razon de la mayor densidad del agua, pueden llevar cargas mayores i tienen mayor estabilidad que si el agua no fuese salada. En fin, se debe atribuir evidentemente a la presencia de estas sales, la circunstancia de que las aguas marinas no se corrompan por las grandes masas de materias orgánicas en estado de putrefaccion que tienen en su seno.

¿De dónde proviene toda esta materia mineral contenida en las aguas del mar? Es preciso creer que el mar ha sido siempre salado desde que se condensó en la atmósfera de los gases i vapores que envolvian la Tierra en sus primeras edades. Sin duda existian abundantes vapores de sal i de otras sustancias en esa caliente atmósfera primitiva. El mar, por otra parte, recibe todavía sal, arrastrada por los rios que la disuelven en su curso por ciertos lugares en que abundan esos depósitos. El mar pierde por la evaporacion tanta agua como la que recibe por las lluvias i por los rios, pero le queda siempre la sal, porque la evaporacion ordinaria no la absorbe. Por consiguiente, las aguas del mar deben hacerse mas i mas saladas; pero a consecuencia de la inmensa capacidad del recipiente i de la cantidad relativamente insignificante de las nuevas materias

salinas que recibe, el aumento de sus sales es tan estremadamente lento, que casi puede considerarse inapreciable.

3.—El agua de manantial mas pura no es mas trasparente que las de algunos puntos del océano. En ciertas partes del mar Artico se perciben distintamente las conchas a la profundidad de 145 metros; i en las Antillas, a la misma profundidad, el lecho del mar con sus conchas i sus vejetales es visible como si estuviese mucho mas cerca de la superficie. Mas allá de esta profundidad, la luz del Sol no penetra en cantidad suficiente para distinguir los objetos, i se crée que es insensible a los 300 metros, a lo ménos en algunos mares. La luz de la luna llega solo hasta 13 metros. En los últimos años, los buzos han comenzado a emplear con buen éxito la luz eléctrica para las esploraciones submarinas. La trasparencia de las aguas ha facilitado estas invenciones.

A causa de la doble propiedad que posee el agua de reflejar la luz i de dejarse penetrar por los rayos luminosos hasta una gran profundidad, el mar reproduce el cuadro variado del cielo con todos sus matices i sus gradaciones de luz i de sombra. Su color aparente varía segun la incidencia de los rayos solares i segun la trasparencia i entoldamiento de la atmósfera, aunque su verdadero color no cambia. Así, la imájen de un buque del lado de la sombra ofrece frecuentemente un color azul purísimo, miéntras que la superficie del agua espuesta a los rayos del sol presenta el brillo del oro bruñido. Haciendo abstraccion de estas circunstancias i considerando los hechos en jeneral, se puede decir que el mar tiene un color verdoso en las costas i particularmente en los puertos, pero que a cierta distancia de tierra aparece completamente azul. Los marinos distinguen ciertos matices en lugares determinados: así, atribuyen a los mares polares un color mas fuerte que a los otros; pero los dos colores que dejamos señalados subsisten casi constantemente.

Hai, sin embargo, diferencias permanentes de color que se observan en ciertos lugares, i que resultan de causas igualmente permanentes i locales. Al rededor de las Maldivas el mar es

negro; blanco en el golfo de Guinea; amarilloso entre la China i el Japon; rojizo en el Mar Bermejo o golfo de la California i en el mar Rojo; verdoso en las Canarias, las Azores i la costa occidental del golfo Pérsico; en el mar Artico se encuentran algunas grandes manchas de un color verde aceituno, que se cree orijnado por infinitos mariscos llamados *medusas*. En jeneral, son los infusorios, animalillos microscópicos de varias especies los que causan casi siempre esta variedad de color. Sin embargo, el verde es producido por algunas plantas marinas; el rojizo se debe en el golfo de California a los sedimentos del rio Colorado; en el mar Rojo a la presencia de una pequeñísima vejetacion que aparece en ciertas épocas en cantidades prodijiosas; el mar Amarillo recibe en sus aguas los sedimentos amarillosos de un rio del mismo nombre. En fin, cuando el mar es limpio i poco profundo, el color natural de sus aguas se modifica por el de las sustancias que constituyen su lecho. Así, en las costas ofrece un color verde manzana cuando su fondo es calcáreo o de arena blanca; verde subido cuando la arena es amarilla; oscuro o negruzco cuando el fondo es de color sombrío; i plomizo cuando el fondo es barroso.

Hai todavia dos mares cuyos nombres hacen creer que el color de sus aguas es singular. El mar Blanco, en el norte de la Rusia, debe esta denominacion a permanecer helado una parte del año; i el mar Negro, entre la Rusia i la Turquía, ha recibido su nombre de los tártaros, probablemente a causa de las selvas sombrías que coronan una gran parte de sus riberas, o del cielo oscuro cargado de nubes que lo domina.

4.—Uno de los fenómenos mas singulares i mas admirables es el que presenta la superficie de las aguas cuando parece iluminarse de repente en una vasta estension. Este fenómeno se observa en todas partes en mayor o menor escala, i puede verse aun en los climas templados durante las noches de verano, cuando el casco de las naves o las ruedas del vapor hienden las olas; pero se presenta con mayor magnificencia en las rejiones ardientes, en el mar de las Indias, en las costas de Malabar i

de las Maldivas. Se le denomina *fosforecencia del mar*. En estas últimas rejiones, se renueva todas las noches, particularmente en el tiempo de calma. «El que no ha sido testigo de este fenómeno en la zona tórrida i sobre todo en el grande océano, dice Humboldt, no puede formarse mas que una idea imperfecta de la majestad de un espectáculo tan grande. Cuando un navío de guerra empujado por un viento fresco hiende las olas, uno no puede hartarse del golpe de vista que presenta el choque de las aguas. Cada vez que el casco del navío, por el movimiento natural de las aguas, se levanta un poco, llamás rojizas semejantes a relámpagos parecen salir de la quilla i lanzarse a la superficie del mar.» «Apénas ha desaqarecido el dia, dicen dos viajeros franceses, Quoy i Caimard, la escena comienza, i millones de cuerpos luminosos parecen rodar en medio de las aguas. La intensidad de la luz aumenta en la cresta de las olas, en los costados de las naves o de las rocas contra las cuales va a romperse la ola; cada choque de remo hace aparecer lampos de luz, i la nave que marcha deja detras de sí un largo surco de fuego, cuya intensidad se debilita a medida que se aleja.»

¿Cuál es la causa de este fenómeno singular? Unos, entre ellos los dos viajeros citados, la atribuian a la presencia de una infinidad de animalitos luminosos que se mueven rápidamente en la superficie de las aguas. Otros creian que es debido a la existencia de una materia fosforecente, producida por las materias orgánicas i particularmente por los restos de los peces muertos i medio alterados, que existen en abundancia en el mar i que flotan en la superficie. Parece que toda duda ha cesado despues de las curiosas observaciones hechas en la costa de Bretaña, en Francia, por M. Decharme. Habiendo recojido un poco de agua fosforescente, este observador notó que el agua perdia su brillo cuando se la dejaba tranquila; pero volvia a ser luminosa cuando se ajitaba el frasco, i sobre todo si se arrojaba al agua algunas gotas de alcohol o de algun ácido. El microscopio reveló entónces la existencia de infinitos animalitos infusorios, de los

cuales el que mas contribuye a la fosforescencia ha recibido el nombre de *noctículo miliar*, es tan pequeño que en 30 centímetros cúbicos pueden existir 25,000. Son estos animalitos los que por su número incalculable producen a veces de dia el aspecto del *mar de leche,* que hace ver el océano en ciertos puntos como un campo blanquisco.

5.—El agua del mar es mal conductor del calor, de donde resulta que la temperatura del océano es ménos susceptible de cambios bruscos que la de la atmósfera. Las prolijas observaciones practicadas en el océano Atlántico del norte por el comandante norte-americano Maury, han revelado que las aguas de la superficie del mar alcanzan su máximum de frio en el mes de marzo, i el máximum de calor en el mes de setiembre; esto es, dos meses despues que las tierras vecinas han pasado por las temperaturas mas escesivas, en razon de que la menor conductibilidad del agua es causa de que la temperatura del mar empleé mas tiempo en verificar su variacion. Razonablemente se puede asentar que en el hemisferio sur se cumple la misma lei, i que en marzo alcanza el mar a su mayor calor i en setiembre a su mayor frio. Estas observaciones se refieren solo a las aguas superficiales. La influencia de las estaciones es imperceptible en el mar a la profundidad de 100 metros. Si la luz del sol no puede penetrar a mas de 300 metros, es evidente que el calor solar no puede llegar al fondo de un mar profundo.

«Hasta ahora recientemente, dice M. Wyville Thomson, poco o nada se conocia con certidumbre acerca de la temperatura de los abismos del mar respecto de su superficie. Este es, sin embargo, un campo de investigacion de la mayor importancia en jeografía física, puesto que una cuidada determinacion de la temperatura en las diferentes profundidades, es seguramente el mejor i frecuentemente el único medio eficaz de determinar la profundidad, la anchura, la direccion i jeneralmente el sendero de las corrientes océanicas calientes, que son los ajentes principales de la difusion del calor ecuatorial; i mas espe-

cialmente de aquellas corrientes submarinas de agua fria que vienen a ocupar el lugar de las primeras i a completar el cielo jeneral de la circulacion oceánica. La principal causa de esta falta de conocimientos exactos acerca de las temperaturas de las profundidades del mar era indudablemente la imperfeccion de los instrumentos empleados ántes de ahora» (1).

En efecto, partiendo de observaciones incompletas por falta de instrumentos apropiados, i sin tomar suficientemente en cuenta las condiciones químicas del agua del mar, i sin conocer los movimientos submarinos, la ciencia llegó a formular una teoría que parecia satisfactoria, i que llegó a contar con el apoyo de físicos tan eminentes como Sir John Herschel. «En las aguas profundas, se dijo, se encuentra en todo el globo una temperatura uniforme de 4 grados. Esta temperatura se encuentra en la superficie al norte i al sur del ecuador a las latitndes de 70 grados, donde dos círculos dividen al océano, por lo que toca a su temperatura, en tres grandes zonas, una ecuatorial, en donde las aguas superficiales son mucho mas calientes, i dos polares en donde las aguas de la superficie son mas frias. El espesor de la zona ecuatorial tendria 2,000 metros de profundidad bajo la línea equinoccial, e iria disminuyendo hasta los 70 grados.»

El empleo de instrumentos de la mas injeniosa construccion usados en los últimos quince años para sondar el océano i para tomar exactamente la temperatura de las aguas profundas, ha venido a demostrar que esa teoría no se cumple. Las observaciones hechas por muchos sábios, i principalmente por los distinguidos físicos ingleses Carpenter i Wyville Thomson, per-

---

(1) Wyville Thomson, *The depths of the sea*, chap. VII, páj. 288.—La obra de Wyville Thomson, fundamental en todo lo que se refiere al océano i sus fenómenos, ha sido traducida al frances por el Dr. Lortet, i publicada por la librería Hachette, pero no he podido disponer de esta traduccion, i me veo obligado a citar las pájinas del orijinal por mas que para el mayor número de nuestros lectores sea mas fácil procurarse la version francesa.

miten aceptar como mui probable que las capas del océano que están a una profundidad mayor de 3,500 metros tienen una temperatura, aun bajo el ecuador, vecina de 0 grado, habiéndose observado en algunas ocasiones un frio hasta de cerca de —3°; i que alejándose de las rejiones equinocciales esa baja temperatura se halla a menor profundidad; i aun se encuentra en las aguas superficiales en las latitudes mas altas. La esplicacion de este fenómeno seria la existencia de corrientes submarinas frias que arrastran las aguas de los polos hácia el ecuador para reemplazar las que las corrientes de las capas superficiales llevan del ecuador a los polos con una temperatura mucho mas alta. En el curso de este capítulo, al tratar de las corrientes oceánicas, tendremos ocasion de desarrollar mas esta teoría.

Las corrientes superiores modifican tambien notablemente la temperatura de las aguas superficiales, como veremos mas adelante. Sin embargo, aquí podemos decir que bajo la línea equinoccial, la temperatura del agua en la superficie del mar es de 26°67; i se mantiene perfectamente estable en un espacio de diez grados a cada lado de la línea, i desde ahí comienza a bajar gradualmente. Hai, sin embargo, algunos puntos situados entre los trópicos que, por circunstancias especiales, alcanzan una temperatura mayor: en la costa setentrional de la Nueva Guinea i en el golfo de Méjico se ha hallado la temperatura de 31°39; i en el océano Indico, entre el estrecho de Bab-el-Mandeb i la costa del Indostan, se ha hallado una temperatura de las aguas de 30°74. La temperatura superficial del océano decrece mas rápidamente en el hemisferio austral que en el boreal; pero en los dos polos el océano está siempre cubierto de hielo, si bien se cree que en el norte se abre un mar libre.

6.—En los mares polares el agua superficial está jeneralmente en el estado sólido: constituyen un suelo de hielo tan duro como la roca, i de una gran profundidad, i forma un continente de nieve i de hielo, cuyos límites avanzan o retroceden se-

gun la estacion, pero que jamás se derriten por completo. Los navegantes que durante el verano penetran en los mares polares, encuentran primero masas de hielo flotante despegadas de la gran masa central, i arrastradas por las corrientes oceánicas hácia las rejiones templadas.

En el océano Artico, mucho mejor esplorado que los mares del polo sur, se encuentran inmensas masas de hielo flotante que tienen de siete a ocho leguas de diámetro, i cuya estension alcanza a veces a 30 i 40 leguas. Estas masas están de tal modo juntas las unas a las otras, que de ordinario no dejan entre sí ningun espacio. No se puede conocer su espesor verdadero porque los dos tercios de su masa flotan sumerjidos en las aguas. En ciertos casos estos campos de hielo toman, a causa de la ajitacion a que están sometidos, un movimiento rápido de rotacion, i van a estrellarse contra otras masas semejantes que rompen con un estrépido espantoso. Estos bancos, desprendidos de las rejiones polares i marchando a rejiones mas templadas disminuyen su tamaño i acaban por disolverse. Juntos con ellos avanzan verdaderas montañas de hielo de 150 a 200 metros de alto que afectan las formas mas caprichosas i fantásticas que es posible imajinar. Son porciones enormes de los ventisqueros polares, que llevan en sus costados i en su masa grandes trozos de roca arrancados a las tierras a que esos ventisqueros estaban adheridos. Estas montañas de hielo, abiertas muchas veces por grandes hendiduras que las atraviesan de un lado a otro, arrojan de sus alturas cascadas de agua, orijinadas por el deshielo, que caen al mar con gran ruido.

El hombre, sin embargo, ha ido a reconocer las rejiones que lanzan a los mares esas montañas de hielo. La rejion polar ártica ha sido esplorada por centenares de navegantes atrevidos que, penetrando en esas partes grado por grado, han dado a conocer un mundo nuevo, terrible, fatídico, pero envuelto en una horrorosa sublimidad.

Cuando el mar de los polos ha perdido su corteza de hielo

contínuo, las naves avanzan lentamente hácia el norte, en medio de los peligros que pueden resultar del choque de esas masas flotantes. Algunas veces el frio vuelve a aparecer, i entónces las masas se unen de nuevo i dejan a las naves inscrustadas en el seno de los hielos. Las fuerzas humanas son impotentes para abrir un paso a las embarcaciones. Si la estacion está avanzada, la nave debe quedar allí hasta el verano siguiente.

Las tripulaciones las abandonan, i marchando sobre la corteza helada del mar, van a buscar su salvacion bajo ese clima inhospitalario en que el suelo es de nieve i de hielo, i en que no hai abrigo alguno ni se encuentran alimentos.

«En tierra, dice un escritor frances, que ha popularizado con verdadero talento los puntos mas áridos de la jeografía física, M. H. Fabre, en tierra, el peligro no es menor, sobre todo durante el terrible invierno polar, cuando el sol ha desaparecido por meses enteros i cuando el frio alcanza a 40 o 50 grados bajo cero. Empaquetados en pieles, con los piés metidos en anchas alpargatas que dan un apoyo sobre las nieves movedizas, se ponen en marcha a la luz de un crepúsculo descolorido que produce en el alma un terror involuntario. No es la noche, pero tampoco es el dia: es la luz incierta que cae de un respiradero en las tinieblas de un subterráneo. El que por primera vez se ve sepultado, tanto a medio dia como a media noche, en este largo crepúsculo que dura muchos meses, se cree trasportado a un mundo imajinario, fuera del dominio de la vida. Los animales, los perros llevados allí, lanzan ahullidos espantosos i se dejan morir, desgarrados por el terror. En medio de esta naturaleza horrible, el hombre encuentra, sin embargo, un servidor que rivaliza con él en valor i no teme ni el frio ni la noche polar. Es el perro de los esquimales, de esas tribus reducidas que dan el nombre de patria a esas rejiones espantosas i que las habitan todo el año, en invierno bajo una cabaña de nieve, en verano bajo tolderías de pieles de focas. Se ponen en marcha con una pareja de esos valientes animales que trasportan las provisiones en un trineo. El viento helado azota la

cara i lastima la piel con profundas lastimaduras: la sangre parece paralizarse en las venas: las carnes se ponen azules de frio, despues adquieren un blanco mate i acaban por perder toda sensibilidad. De cuarto en cuarto de hora es necesario una enérjica friccion con nieve para exitar la circulacion adormecida. El vapor que se despide con la respiracion, se convierte en agujas de escarcha alrededor de las narices; la barba se pega a los vestidos con un barniz de hielo; las lágrimas se conjelan en el borde de los párpados i se amontonan unas sobre otras. Atacado por una especie de vértigo, el hombre marcha como tastabillando.

«Pero la fatiga exije un descanso. Es preciso construirse una choza a la manera de los esquimales. Con la nieve amontonada se forman las paredes: una gran plancha de hielo forma el techo. Bajo este abrigo, el único posible, se arreglan del mejor modo para dormir, despues de haber comido con parsimonia una tajada de carne salada, que al calor de una lámpara ha perdido el hielo que la cubria. Al despertar se da la señal de la partida; e inmediatamente cerca de la cabaña, algunos montículos de nieve se ajitan i se sacuden. Son los perros de tiro que han dormido afuera i que la nieve habia sepultado duranel sueño. Se les distribuye una pobre racion de alimento, i se les unce al trineo. Los viajeros emprenden nuevamente la marcha. Es mui poco probable que lleguen a su destino. El dia ménos pensado, el frio ya tan terrible puede redoblar su violencia i petrificarlos en algunos minutos; sus perros, tan necesarios para el trasporte de los víveres, pueden perecer; sus provisiones pueden agotarse ántes de tiempo. ¿Quién sabe si camina mas frecuentemente sobre el mar helado que sobre la tierra, i si ese hielo no se romperá para sumirlos en el mar?

Ningun hombre ha llegado hasta el polo norte. En 1854 un atrevido esplorador norte-americano, Kane, despues de haber abandonado su buque retenido por los hielos, emprendió a pié el viaje para examinar la estremidad setentrional de la Tierra. Cuando le faltaban 200 leguas poco mas o ménos para llegar

al polo, encontró un mar libre, el calor i la vida. Bandadas de aves de diversas especies recorrian los aires, las focas ocupaban las playas, los peces surcaban las aguas. El mar se estendia al norte hasta perderse de vista sin que se distinguiese ningun hielo. En 1861, el doctor norte-americano Hayes, que habia acompañado a Kane como médico de la espedicion, esploró de nuevo aquellas rejiones, i llegó hasta la latitud de 81° 35′, el punto mas setentrional que haya visitado el hombre. La falta de una embarcacion impidió a ámbos viajeros el llegar al polo i terminar sus esploraciones. El mar libre del polo norte, inaccesible hasta ahora a los viajeros, aparece rodeado de una cintura de hielos que no ha permitido penetrar hasta allí a las naves esploradoras. Solo al efecto de alguna corriente oceánica puede atribuirse el que ese mar no esté cubierto de hielos eternos (1).

Las rejiones polares antárticas son mucho ménos conocidas. Están cubiertas por una cúpula de hielo, debajo de la cual se han dejado ver algunas lenguas de tierra granítica, que han sido visitadas por otros atrevidos esploradores. Allí se han descubierto dos enormes volcanes, el Erebo i el Terror, el primero de los cuales se eleva a una altura de cerca de 4,000 metros.

---

(1) Las esploraciones de los atrevidos navegantes ingleses i norte-americanos, que desde 1818 han visitado los mares polares, forman una de las empresas mas grandiosas de nuestra época. No entra en el cuadro de este libro el dar a conocer estos viajes; pero sí debemos recomendar a los jóvenes el estudio de esas espediciones tan interesantes como instructivas. Ellas han sido el objeto de infinitas obras, las mas importantes de las cuales son las relaciones de los mismos viajeros. Un estimable i erudito escritor frances, M. De Lanoye, las ha abreviado en dos volúmenes destinados a servir de lectura a los jóvenes. Se titulan *Voyages dans les glaces du pole artique* i *La mer polaire*. El doctor Hayes, con el objeto de popularizar el conocimiento de la jeografía de las rejiones polares, ha escrito una interesantísima novela, cuya escena pasa en esas rejiones. Esa novela ha sido traducida al frances con el título de *Perdus dans les glaces*, 1 vol. en 8.° Los jóvenes que lean estos libros adquirirán exelentes nociones de la jeografía de esos lugares i de la historia de sus esploracio nes.

La vida no está representada en estas latitudes mas que por algunas aves marinas i por las focas que se arrastran sobre los hielos. De esa masa helada se desprenden grandes trozos de hielo, de 30 i 40 metros de elevacion, que arrastrados por las corrientes se acercan hasta mas arriba del cabo de Hornos, donde una temperatura mas templada acaba por derretirlos. El contorno de esa masa de hielos australes está jeneralmente cortada a pico, i surcada a veces por canales estrechos i torcidos. «El espectáculo de esta muralla, dice uno de los esploradores, severo i grandioso mas allá de toda espresion, llena el alma de un involuntario terror. En ninguna parte el hombre esperimenta mas vivamente la conviccion de su debilidad i de su impotencia. Es un mundo inerte, lúgubre, silencioso.»

7.—Los movimientos observados en las aguas del mar pertenecen a tres órdenes diferentes: las olas, las corrientes i las mareas.

La superficie del mar está sometida a la presion atmosférica, i de aquí resulta que la mas lijera perturbacion en el aire se trasmite casi en el mismo instante a la superficie líquida. Si no hai viento, o si éste es paralelo a la superficie del agua, el mar está en calma i presenta una capa uniforme, casi como un espejo; pero si el viento es oblícuo a su superficie, por débil que sea su inclinacion, el mar se riza, se surca de pequeñas ondulaciones; porque la onda ajitada por la accion del viento comunica su movimiento a las moléculas líquidas vecinas, de tal suerte que este impulso se propaga debilitándose siempre a medida que se aleja del punto donde ha nacido. Cuando el viento aumenta siguiendo una direccion constante, las ondas se hacen mas fuertes i forman líneas mui estensas, casi directas que avanzan con la misma rapidez en todos sus puntos: se las designa entónces con el nombre de *olas* u *oleadas*. Si una de estas olas toca la orilla, se rompe contra las rocas levantado un torbellino de espuma: o bien, cuando la playa es suave i uniforme, parece rodar sobre sí misma i estenderse disminuyendo su volúmen.

Los marinos tienen nombres diferentes para designar los diversos aspectos del mar conmovido por los vientos. Cuando el mar ajitado por una fuerte brisa forma olas pequeñas i espumosas, presenta el aspecto de una manada de ovejas; esto se llama *cabrilleo*. Se llama *marejada* un movimiento ondulatorio de las aguas del mar en que se forman olas largas i elevadas, pero cuya superficie es uniforme, es decir, no se rompe; es el movimiento ondulatorio que queda a las aguas del mar largo tiempo despues de la cesacion del viento. Se dice que el mar está *ajitado* cuando sus ondas son cortas, múltiples, sin forma i sin direccion determinada, i no hacen mas que elevarse i bajarse sin propagarse en el espacio con la regularidad del movimiento ordinario de las olas. El mar se *hiende*, cuando las olas de grande altura dejan entre sí abismos profundos. Es *duro*, cuando la nave recibe frecuentes i fuertes sacudidimientos. Se *rompe* si sus olas encontrando un obstáculo, se dividen i saltan más o ménos alto con estrépito. *Revienta* en el momento en que las olas, elevándose en forma de bóveda, caen con toda su fuerza sobre la nave o sobre las rocas que encuentran a su paso, de donde viene el sustantivo *reventazon*. En fin, se llama *resaca* la vuelta violenta de las olas que, despues de haberse estrellado en la costa, se retiran de nuevo con cierta fuerza. En el lenguaje vulgar se confunden muchas veces esta diferentes voces.

No deben tomarse al pié de la letra las espresiones figuradas de los marinos cuando hablan de ondas altas como las montañas. Las mas altas que se hayan observado son las que se producen en frente del cabo de Hornos i del cabo de Buena-Esperanza, llamado por los antiguos navegantes portugueses cabo de las Tormentas. Hai motivos para creer que la mayor altura vertical de las olas no pasa de 12 metros, medido desde la profundidad que se forma entre dos olas hasta la cresta. Sin embargo, cuando encuentran algun obstáculo i se estrellan contra él, se levantan hasta una elevacion estraordinaria, algunas hasta cerca de 50 metros. En los mares pequeños i poco profundos, las olas son cortas pero violentas, i por tanto mucho mas peligrosas

que las oleadas inmensas del océano. La estension de las olas alcanza a veces a 200 i 300 metros, i ha podido observarse que marchan en el mar con una velocidad hasta de 20 metros por segundo.

La fuerza de las olas es algunas veces espantosa. Segun los esperimentos hechos en la costa oeste de Escocia, que está espuesta a toda la furia del Atlántico, parece que la presion media ejercida por la ola sobre una superficie de 10 decímetros cuadrados, es igual a un peso de 277 quilógramos durante los meses de verano, i a 946 durante el invierno. Esta fuerza es doble i triple cuando las olas están ajitadas por la tempestad. En 1829 una masa calcárea de 7,000 quilógramos de peso, fué arrancada en Plimouth por las olas en una tempestad i trasportada a 45 metros de distancia. En fin, en las Hébridas una masa de piedra del peso de 42,000 quilógramos fué arrojada a muchos metros por la sola fuerza de las olas.

Sin embargo, los movimientos escitados por las aguas del mar en las mas violentas tempestades, no se propagan a una gran profundidad. El movimiento ajita solo la capa superficial; i a una profundidad de 60 metros, a lo mas, el océano parece permanecer completamente tranquilo. Si así no fuera, si la perturbacion se hiciera sentir hasta en el fondo del mar, las aguas se enturbiarian, i las conchas que allí se depositan serian destruidas.

El mar tiene todavia otro movimiento estraordinario por el cual las aguas se alejan de la costa, i despues vuelven con violencia pasando los límites de sus antiguas riberas. Se ha observado este fenómeno en las costas de Chile i del Perú, i en las islas de Sandwich. Tiene lugar igualmente en Europa, pero es mucho mas raro. Está íntimamente relacionado con los temblores de tierra, de los cuales es una consecuencia. Se comprende, en efecto, que las oscilaciones del suelo puedan dar lugar a estos movimientos insólitos de las aguas, que parecen retirarse cuando el suelo se eleva i adelantarse hácia las tierras cuando éstas se bajan. En el mar de las Antillas se hace sentir

en las costas un fenómeno semejante, o mas bien una grande escitacion del mar que se percibe a la distancia. Las ondulaciones de las aguas aumentan de tamaño a medida que la profundidad disminuye, cortan las anclas de los buques fondeados, levantan los guijarros i producen una peligrosa agitacion. La causa que lo produce es simplemente el viento; i como se repiten periódicamente despues del equinoccio de setiembre i en los primeros dias de octubre, los marinos españoles le han dado el nombre de *Cordonazo de San Francisco.*

8.—Las esplicaciones que hemos dado mas atras nos permiten representarnos el mar como una inmensa masa líquida cuyos diversos puntos se hallan a temperaturas diferentes. El agua del océano ecuatorial, incesantemente calentada por los rayos solares, se transforma en vapor i sube a las altas capas atmosféricas para condensarse en nubes. Admitiendo que la evaporacion anual en esas rejiones sea de cuatro metros i medio, lo que probablemente es una cifra inferior a la realidad, la cantidad líquida quitada al Atlántico en esa sola rejion formaría una masa cúbica de agua de cerca de 50 quilómetros por cada lado. Una parte de esos vapores cae con las lluvias en el mismo mar; pero la mitad a lo ménos es arrastrada por los vientos fuera de los trópicos i a los continentes vecinos. En las zonas templadas, como en las rejiones frias, la evaporacion es mucho menor, de donde resulta que en el Ecuador se formaria una depresion constante si el agua, que siempre busca la horizontalidad de su superficie, no viniese de los polos a reemplazar la que se pierde por la evaporacion.

Este hecho dió lugar a una teoría completa sobre el oríjen i causas de las corrientes oceánicas. Esta teoría, definitivamente formulada por el célecre meteorolojista norte-americano Maury, i seguida por muchos jeólogos casi sin resistencia hasta nuestros dias, puede esplicarse en los términos siguientes:

Si la masa de agua que se desprende contínuamente de los polos hácia el Ecuador fuese exactamente igual a la cantidad que se ha evaporado, las dos corrientes marinas, la del norte i

la del sur, se detendrian bajo los trópicos. Pero las aguas que afluyen del norte i del sur son siempre excesivas, por consecuencia del impulso contínuo de los vientos constantes. Cuando las aguas llegan a los trópicos, el movimiento de rotacion de la Tierra, mucho mas sensible miéntras mas se aleja del polo, el rozamiento con las aguas del océano que siguen esa rotacion, i ademas los vientos alísios, que, como veremos mas adelante, soplan constantemente de oriente a occidente, las inclinan hácia el oeste, formando así la gran corriente ecuatorial. Esa corriente ecuatorial no puede desarrollarse libremente en toda la redondez del globo. En el Atlántico la detiene el continente americano; en el Pacífico, el Asia i los archipiélagos que la unen a la Nueva Holanda. La corriente se estrella contra las riberas de esos continentes, i se divide en dos mitades que se vuelven una hácia el sur i otra hácia el norte. El inmenso rio parece volver al lugar de donde ha salido: sus dos porciones marchan al principio siguiendo la ondulacion de los continentes; pero desde que se alejan de la zona ecuatorial, es decir, del punto en que el movimiento del globo es mas rápido i sensible, se inclinan mucho mas hácia el este. Tal es la direccion jeneral de las corrientes oceánicas i tal seria su causa eficiente según la teoría desarrollada por Maury. Las otras formas que toman las corrientes no son mas que simples derivaciones producidas por la configuracion de los continentes.

Aparte de esta teoría, que parece esplicar en su conjunto i en sus detalles el fenómeno de las corrientes oceánicas, se han propuesto otras que conviene conocer. Se ha creido que la gran corriente ecuatorial, era solo la progresion de la marea que avanza de oriente a occidente al rededor de la Tierra, siguiendo a la Luna en su marcha aparente, i que las otras corrientes serian la consecuencia de la perturbacion jeneral que aquélla debia producir. Sir John Herschel no acepta la esplicacion formulada o completada por el capitan Maury, i sostiene que la corriente ecuatorial es producida únicamente por los vientos

alísios, i las otras por el desnivel producido por ellas en la superficie del océano (1).

El estudio mucho mas perfecto de la temperatura de las aguas del océano a diversas profundidades, ha permitido en en nuestros dias a un célebre meteorolojista ingles formar sobre la causa de las corrientes oceánicas una nueva hipótesis que ha encontrado muchos partidarios.

«El efecto del calor superficial sobre las aguas del océano tropical, dice el doctor W. Carpenter, será en su mayor parte limitado a la capa superior, i entónces puede ser considerado como insignificante. Pero el efecto del frio superficial sobre las aguas del océano polar, tenderá a hacer bajar la temperatura de su masa total hasta un punto que bastaria para la conjelacion de las aguas no saladas. Una vez que la capa superficial se ha enfriado hasta este punto, bajará a causa de la diminucion de su tamaño i del aumento de su densidad, i será reemplazada por agua que no se ha enfriado hasta el mismo grado. Esta agua mas caliente no puede provenir de abajo, sino que será atraida de la superficie del área vecina. Miéntras ésta es atraida fuera de su centro, será reemplazada por otras que vienen de mas léjos; de manera que el enfriamiento contínuo de la capa superficial del océano polar, establecerá un movimiento regular de las aguas ecuatoriales hácia esta rejion para enfriarse allí i ser repartidas por debajo en todo el océano vecino hasta llegar al área tropical» (2). Esta teoría supone la existencia de dos órdenes de corrientes oceánicas: uno atractivo, que haria correr superficialmente las aguas calientes del ecuador hácia las rejiones frias vecinas al polo; i otro espansivo, que impulsaria por las profundidades las aguas frias de las rejiones polares hácia el ecuador, en donde se elevarian de nuevo para reemplazar a las otras i para establecer el ciclo constante de la

---

(1) Herschel, *Physical geography*, § 57, 58 i 59.

(2) *On the Gibraltar Current, the Gulf-stream and the general oceanic Circulation.* by Dr. W. B. Carpenter, London, 1870.

circulacion oceánica. En esta teoría se ha creido hallar la esplicacion de la baja temperatura observada en las profundidades del océano, de que ya hemos hablado.

Esta esplicacion del fenómeno de las corrientes, así como la que lleva el nombre de Maury, no significan que estos rios oceánicos deban correr rectamente, del polo al ecuador las submarinas, i del ecuador a los polos las que corren en las capas superficiales. Esta seria la lei jeneral; pero los hechos no se verifican así. La configuracion de los continentes, el relieve desigual del fondo del mar, donde existen depresiones i alturas, valles profundos i cadenas de montañas; el movimiento de rotacion del globo que habitamos, la constancia de los vientos que soplan de oriente a poniente en la zona tropical, determinan las inflecciones que esperimenta el curso de los rios oceánicos.

Las corrientes tienen una grande importancia en la economía de la vida del mar. Merced a ellas la masa líquida jira incesantemente, a todas profundidades, como un inmenso remolino, en todos los mares del globo, de tal manera que cada una de sus moléculas pasa alternativamente del ecuador al polo i del polo al ecuador, recorriendo todas las rejiones del océano. A este movimiento contínuo se debe que el mar reuna de una manera tan maravillosa en todas las latitudes, las condiciones de aspecto, de composicion i de salobridad de sus aguas. Las corrientes superficiales, ademas, i como lo veremos mas adelante, llevando sus aguas a todas las latitudes, calentándose en el ecuador i enfriándose en el polo, modifican la temperatura de los lugares que recorren o que bañan.

Esta variacion de temperatura entre puntos vecinos de la superficie del mar, fué la causa del descubrimiento de las corrientes oceánicas. El célebre Franklin, informado de esta circunstancia por un viejo ballenero, aplicó el termómetro al océano Atlántico del norte, reconoció el hecho i llamó en 1775 la atencion del mundo sábio hácia un fenómeno que él no podia esplicarse sino como el desagüe de las aguas acumuladas en las Antillas por los vientos constantes o alísios. El físico

ingles Humphry Davy i el sábio viajero Humboldt ensancharon las observaciones i conquistaron para la ciencia otros resultados, que han sido el punto de partida de descubrimientos mas completos. Por fin, Maury, de la marina de los Estados Unidos, ha penetrado con una admirable sagacidad los misterios del organismo del océano. Nuevos descubrimientos han desarrollado el conocimiento de este importante punto de la física terrestre, i los hechos comprobados, aunque dejan mucho por conocer, importan ya un progreso enorme en este jénero de estudio.

9.—Aunque para conocer la marcha i direccion de las corrientes conviene estudiarlas en una carta jeográfica o en un globo en que se hallen trazadas, vamos a indicar sumariamente su rumbo jeneral.

Las observaciones poco conformes i algunas veces contradictorias que han hecho los diversos marinos que han estudiado los fenómenos de las aguas en los mares australes, parecen poner fuera de duda que las corrientes que nacen del polo sur no tienen en la primera parte de su camino una exacta regularidad. Despejado de continentes i de islas, el océano austral ofrece a las corrientes un campo abierto e ilimitado. Allí se forma una gran corriente fria que, impulsada por los vientos dominantes, toma la direccion del noreste, i marcha así hasta la estremidad sur del continente americano, donde se divide en dos ramas. La mas pequeña de éstas dobla el cabo de Hornos, miéntras que la corriente principal sigue a lo largo de la costa occidental de la América meridional. Esta corriente es conocida jeneralmente con la denominacion de *corriente de Humboldt*, en razon de que este célebre sábio, hallándose en el Callao en 1802 conoció, por la frialdad de las aguas i aun por la temperatura comparativamente fresca de aquel pais situado en la zona tórrida, que debia existir allí una corriente bajada del polo. En las costas del Perú, i por lo tanto ya mui cerca del ecuador, la corriente se confunde con la gran corriente ecuatorial del Pacífico, que atraviesa este océano de oriente a

occidente, entre el grado 26 de latitud sur i el 24 de latitud norte, i constituyendo un gran rio que mide mas de 5,000 quilómetros de ancho. En medio de las innumerables islas que encuentra en su camino, esta gran corriente pierde una parte de su regularidad jeneral.

Llegada a las costas orientales del Asia, la corriente ecuatorial debe forzosamente cambiar de direccion. La mitad de ella, embarazada por las Filipinas i esa larga barrera de islas colocadas delante de la China, se replega gradualmente hácia el norte, donde toma el nombre japonés de *Kuro-siwo* que significa rio negro, recorre las costas orientales del Japon, i encontrándose con una corriente de agua fria que sale del mar de Okots, dirije su rumbo hácia el noreste, pasa cerca del Kamschatka, i penetrando por el estrecho de Bering va a perderse en los mares polares. Una rama del Kuro-siwo se aparta casi enfrente del Japon, i volviendo a las costas de América las recorre desde las tierras del Oregon hasta mas abajo del trópico de Cáncer, donde vuelve a juntarse con la corriente ecuatorial, para seguir describiendo un círculo eterno. El Kuro-siwo lleva junto con los restos que recoje en las costas de los paises tropicales i templados, una temperatura ardiente que hace ménos frio el clima de las islas Aleucianas, de la península de Aliaska i de las tierras vecinas. Muchos sábios creen que esta corriente ha debido traer del Asia a los navegantes chinos i tártaros que, segun se dice, poblaron o visitaron la América en una época lejana.

La otra parte de la corriente ecuatorial se abre paso por entre las Molucas, la nueva Guinea i la Australia, se confunde con una corriente que, saliendo del polo sur, ha penetrado en el océano Indico enfrente de la costa occidental de Autralia, i prosigue su marcha de oriente a occidente entre los grados 10 i 20 de latitud sur. Pero al acercarse a la isla de Madagascar este rio oceánico, denominado ahora *corriente índica*, se subdivide: una parte corre al noroeste, dobla la estremidad setentrional de esa isla, pasa por el canal de Mozambique i va a reunirse con la otra parte de la corriente. Entónces llega ésta al banco

de las Agujas i al cabo de Buena Esperanza, en la estremidad meridional del Africa, i ahí se opera una nueva division: una parte vuelve atras, i dirijiéndose hácia el oriente va en seguida a reunirse a la misma corriente, describiendo una especie de elipse: la otra parte dobla el Africa; i con el nombre de *corriente atlántica meridional,* costea aquel continente hasta el golfo de Guinea. Allí se forma la *corriente ecuatorial del Atlántico*, que marcha directamente hácia las costas orientales de América, ocupando desde el grado 5 de latitud norte hasta el 15 de latitud sur. Esta corriente llega a la altura del cabo San-Roque en el Brasil, i detenida en su marcha por el continente americano, se divide en dos grandes ramas. Una corre hácia el sur a lo largo de la costa de la América meridional i se hace insensible ántes de llegar al estrecho de Magallánes; pero una rama principal de esta seccion se separa a la altura del trópico de Capricornio, i dirijiéndose al sureste hasta cerca del cabo de Buena Esperanza, va a reunirse de nuevo a la corriente principal, describiendo una especie de circunferencia.

La otra parte de la corriente ecuatorial del Atlantico es la mejor estudiada i la mas conocida de todo el océano. Desde el cabo de San Roque, se dirije al noroeste siguiendo la prolongacion de la costa del Brasil. Su fuerza i su profundidad son tales, que no sufre mas que una desviacion momentánea bajo la influencia de las enormes masas de agua que el Amazonas i el Orinoco vacian en el Atlántico. Aunque debilitada por su paso al través de las pequeñas Antillas, cobra nueva fuerza en el mar Caribe. Recorre en seguida el contorno del golfo de Méjico, adquiriendo la alta temperatura de 31 grados, i sale por el estrecho de la Florida o canal de Bahama para seguir su rumbo hácia el norte, apartándose un poco de las costas de la América setentrional. Aquí toma el nombre ingles de *Gulf-stream* o corriente del Golfo. Al llegar a la altura de Terranova, sufre el choque de una corriente fria que, viniendo de los mares del polo ártico por el estrecho de Davis, arrastra en ciertas

épocas grandes montañas de hielo. Del encuentro de estas dos corrientes de temperaturas opuestas, resulta una especie de neblina constante en aquella latitud; las masas de hielo bajadas del polo se derriten al contacto de una agua mas caliente, i las rocas que llevan consigo caen al fondo del mar i han formado con el trascurso de los siglos, los enormes bancos de Terranova. De este choque resulta que las dos corrientes cambian de direccion. La que viene del polo se acerca a la costa del Canadá i de los Estados Unidos para desaparecer al llegar a la península de la Florida, sumiéndose bajo la que lleva una temperatura mas alta. El Gulf-stream, como el rio negro (Kuro-siwo) del grande océano, toma la direccion noreste, baña las costas de Irlanda, de Escocia i de la Noruega i va a perderse en el polo norte, mas arriba de Spitzberg, modificando con su calor la temperatura de aquellas altas latitudes. «Aunque la temperatura del Gulf-stream baja a medida que avanza hácia el norte, dice Maury, la cantidad de calor que esparce en el Atlántico en un solo dia de invierno bastaria para elevar del punto de conjelacion al calor del verano, toda la masa del aire atmosférico que cubre la Francia i la Gran Bretaña. La Irlanda i el sur de la Inglaterra deben a esta causa la suavidad i la humedad de su clima.»

En esta última parte de su marcha, el Gulf-stream se divide en una forma análoga tambien a la del Kuro-siwo. A la altura de Terranova, una rama principal corre directamente hácia el este, pasa por el norte de las Azores, se acerca a las costas del Portugal, i recorriendo la costa del Africa vuelve a juntarse con la corriente ecuatorial, para seguir describiendo con ella un nuevo círculo. A esta rama de la corriente se atribuye el haber llevado a las islas Azores i Maderas las muestras de vejetales i hasta un cadáver de raza desconocida, que confirmaron a Cristóbal Colon en la idea de que debia haber tierra al otro lado del océano.

Las corrientes del océano, como debe suponerse, difieren mucho entre sí por su ancho, i en jeneral no se tiene una idea

exacta de su profundidad; pero el caudal de sus aguas es tal que las del Gulf-stream, que dista mucho de ser la mas considerable del globo, arrastra, segun Maury, mil veces mas agua que el Mississippi i el Amazonas juntos. La corriente ecuatorial del Pacífico es todavía inmensamente mayor. La rapidez de las corrientes es tambien mui desigual; i los estudios que hasta el presente se han hecho no han dado resultados verdaderamente definitivos. En algunas partes corren hasta seis o siete quilómetros por hora, pero en otras su rapidez es mucho menor. Los navegantes saben en nuestro tiempo aprovecharse de este singular fenómeno para abreviar la duracion de sus viajes. Así, por ejemplo, hace algunos años se necesitaban cerca de 160 dias para ir de Nuava York a California en un buque de vela: despues del conocimienio de las corrientes no se necesitan mas que 145. Se empleaban 120 dias de viaje para ir de Liverpool a Australia: ahora se emplean 100 dias solamente. Se han ganado diez dias para trasladarse de los Estados Unidos a Rio Janeiro. Los navegantes no han vacilado en adoptar caminos mucho mas largos para entrar a las corrientes, i abreviar por medio de ellas el tiempo del viaje.

10.—Tal es la marcha jeneral de las corrientes oceánicas superficiales. Todas se comunican, i aunque se dividen i se subdividen, en realidad todas forman parte de un solo sistema. Pero ademas de estas corrientes jenerales, hai otras debidas a causas puramente accidentales. Hai algunas de ellas que son periódicas, i producidas por vientos constantes en ciertas estaciones del año.

Las corrientes submarinas, como debe suponerse, son mucho ménos conocidas que las que corren por la superficie de los mares. Se ha observado, sin embargo, que la corriente polar que, bajando del estrecho de Davis choca con el Gulf-stream cerca de los bancos de Terranova, sigue su camino allegada a la costa de América hasta la península de la Florida, donde se sume bajo la corriente del golfo, mucho mas caliente que ella, i por lo tanto ménos densa, i prosigue su camino por debajo

de las aguas del mar de las Antillas. Probablemente, un fenómeno análogo se verifica con la corriente de Humboldt en las costas occidentales de la América del Sur: corre por la superficie del océano Pacífico hasta el punto en que comienza a formarse la gran corriente ecuatorial, i allí se confunde con ésta quizas porque a causa de su mayor densidad, deciende a las capas mas profundas. Casi no hai un estrecho que una dos mares que no presente en menor escala un ejemplo análogo. En el Mediterráneo se ha observado que quitándole la evaporacion mayor cantidad de agua de la que recibe de los rios, se ha establecido una corriente que se desprende de una rama del Gulf-stream, al sur de las costas de Portugal i de España, entra por el estrecho de Jibraltar i se estiende por ese mar interior al través del cual penetra hasta el mar Negro. En retorno, el Mediterráneo envía al océano la parte sobrante de sus aguas, cuando se ha restablecido el equilibrio, por una corriente submarina.

Las corrientes periódicas son frecuentes en los mares orientales. Existen en el mar Rojo i en el golfo Pérsico. En el primero, la corriente marcha en el océano hácia el norte desde octubre hasta mayo, i los meses restantes del año corre en sentido contrario. En el golfo Pérsico, este órden está trastornado. En el océano Indico i en el mar de la China, las aguas son alternativamente arrastradas en un sentido o en otro por la influencia de los vientos monzones. Así, el monzon de suroeste produce las inundaciones del Ganjes i la terrible resaca que se nota en la costa de Coromandel. Por último, las mareas de que hablaremos mas adelante, producen igualmente corrientes periódicas en las costas i en los estrechos.

11.—Al describir rápidamente la marcha jeneral de las corrientes oceánicas, hemos visto que muchas de sus ramas describen una circunferencia mas o ménos perfecta que contiene un espacio de muchos millares de quilómetros. Las materias orgánicas, los restos de plantas i árboles que la corriente arrastra en sus aguas, van a depositarse en ese espacio. Sucede en el mar lo mismo que puede verificarse en cualquier depósito

de agua, en una cubeta o en una taza: si se ajita con la mano el agua que está cerca de los bordes imprimiéndole un movimiento circulatorio, los cuerpos que flotan en su superficie buscan naturalmente el centro de esa superficie. Es lo mismo que se verifica en el océano.

Sabemos que Cristóbal Colon en su primer viaje, poco despues de haberse alejado de las Canarias, encontró el mar cubierto de una vejetacion marina, que infundió el pavor entre sus compañeros, quienes creian que navegaban sobre un continente recien sepultado por las aguas del mar. Los españoles llamaron esos parajes *praderías de yerbas*, los franceses mar de *Varech*, i los portugueses mar de *Sargaso*. Este último nombre es mas conocido i aceptado por los jeógrafos.

El mas famoso de los mares de esta naturaleza es el que atravesó Cristóbal Colon, i que se encuentra en el océano Atlántico, entre los grados 20 i 30 de latitud norte. Forma una ancha faja que se estiende casi desde la costa de Africa hasta el archipiélago de Bahama, i ocupa ahora la misma posicion que tenia cuando lo descubrió Colon; pero la causa de este fenómeno no fué conocida hasta que no se estudió con toda prolijidad la marcha de la gran corriente ecuatorial de esos mares, i la direccion que toma una de sus ramas al separarse de las costas de la América del Norte. A veces, las yerbas marinas son allí tan tupidas i compactas, que las naves se abren paso con dificultad en ciertos parajes. El mar de Sargaso se encuentra tambien en otros puntos del océano, producido por las mismas causas. Es mui notable el que se halla en el Pacífico, al oeste de California, creado por la corriente del Kuro-siwo, que describe igualmente un gran círculo.

12. — Aunque se cree que las corrientes que arrastran aguas de una temperatura elevada, por un efecto natural de la dilatacion, sobresalen sobre el nivel de los mares algunos centímetros, ese fenómeno no es perceptible a la simple vista, i se ha necesitado de largos años de observacion para conocer la existencia de esos grandes rios oceánicos. No sucede lo mismo

con las *mareas*. Todos los que han vivido a orillas del mar han podido observar que las aguas se levantan i se bajan periódicamente, efectuando una oscilacion completa en poco mas de doce horas. Hai un movimiento del mar hácia las costas que lo hace inundar la playa, i que se conoce con el nombre de *flujo*. Una vez llena, se dice que hai *pleamar*; pero despues de un corto tiempo, comienza el *reflujo*, es decir, las aguas se retiran sensiblemente, hasta un momento que se llama *bajamar*. Entre estos movimientos, o mas bien dicho entre dos pleamares, media siempre el espacio de doce horas veinticinco minutos. Este maravilloso movimiento de las aguas observado desde una remota antigüedad sin que los hombres pudieran darse cuenta cabal de la causa que lo producia, es debido principalmente a la accion de la Luna; si bien su altura i las horas de su manifestacion son modificadas por otras causas.

La Tierra no es un cuerpo enteramente aislado en el espacio, porque está sometida a la atraccion que sobre ella ejercen otros cuerpos celestes, la Luna i el Sol principalmente. La fuerza con que un cuerpo atrae una molécula alejada, está en razon inversa del cuadrado de su distancia. Es evidente que las partículas de la Tierra que están mas inmediatas a la Luna deben ser atraidas con mas fuerza por este astro que las que están situadas en el centro de la Tierra; i que éstas a su vez son atraidas con mas fuerza que las moléculas situadas en el lado de la Tierra diametralmente opuesto al que mira a la Luna. En consecuencia, la pesantez o gravitacion hácia el centro de la Tierra de las moléculas mas inmediatas a la Luna, sufrirá una disminucion; i si pueden moverse libremente las unas sobre las otras, se elevarán mas arriba del nivel jeneral. Por el mismo motivo, como la atraccion de la Luna sobre las partículas mas lejanas es mucho menor que sobre las partículas centrales, la gravitacion relativa de aquellas hácia el centro sufrirá igualmente una disminucion, i resultará necesariamente que las aguas se elevarán tambien sobre el lado de la Tierra mas alejado de la Luna. Si nuestro globo estuviese todo cubierto de

agua i no tuviese movimiento alguno, el océano tomaria la forma de una esferoide oblonga cuyo eje mayor en su prolongacion pasaria por el centro del cuerpo que atrae. Pero a consecuencia de la rapidez de la rotacion de la Tierra sobre su eje, la esferoide no se forma jamas completamente, porque ántes que las aguas hayan podido tomar su mas alto nivel, la cima de la esferoide ha cambiado de posicion sobre la superficie terrestre. Esta dislocacion constante determina en la superficie del océano la formacion de una protuberancia, o si se quiere de una ola de un tamaño inmenso, pero de una altura (1) mui pequeña comparativamente a su base, i que sigue los movimientos de la Luna con un pequeño retardo por las causas que pasamos a esponer.

El Sol ejerce una accion semejante sobre las aguas del océano. Bajo su influencia, ellas tienden a tomar a cada instante la forma de una esferoide; pero aunque la fuerza atractiva de este astro sea inmensamente mas considerable que la de la Luna, en razon de la mayor distancia del Sol es mucho ménos sensible; i su influencia, cuando está contrapuesta a la de la Luna, se limita a embarazar el desarrollo de la marea lunar. Así se ve que en las cuadraturas, cuando los dos astros están a 90 grados de distancia el uno del otro, i cuando las direcciones de las fuerzas atractivas de ámbos son por esto mismo perpendiculares, tienen lugar las mareas mas bajas, porque la fuerza atractiva de los dos astros se contrapone. Por el contrario, en las zizijias, es decir, en la época del plenilunio o del novilunio, cuando el Sol i la Luna están en el mismo meridiano, las mareas alcanzan su mayor elevacion, porque entónces se ejerce la accion combinada de ámbos astros.

Por otra parte, la distancia de esos dos astros, en razon de la elipticidad de las órbitas en que jiran la Tierra i la Luna, cambia contínuamente; i la atraccion que cada uno de ellos

---

(1) La altura media de la marea es de cerca de un metro.

ejerce sobre las aguas del océano, es mayor cuando es menor su distancia. Resulta de aquí que si representamos por 20 el efecto medio producido por el Sol, la influencia de la accion solar variará entre los estremos 19 i 21 en razon de su mayor o menor distancia; i la de la Luna entre 43 i 59. Estas cifras darán a conocer el gran desarrollo de la marea en ciertos momentos en que estando el Sol i la Luna a su menor distancia de la Tierra, ejercen sobre las aguas del mar su accion combinada. Estas grandes mareas, perfectamente previstas por el cálculo astronómico, alcanzan dimensiones cerca de dos veces mayores que las mareas comunes.

Otro efecto de la combinacion de la accion solar i de la accion lunar sobre las aguas del océano, es el relativo a las horas en que se verifica la pleamar. La influencia opuesta del Sol es causa de que la luna tarde algo en hacer sentir su atraccion sobre el mar. En las mareas de las zizijias, la accion combinada del Sol i de la Luna hace que el levantamiento de las aguas se verifique con mas exactitud. Debe advertirse, sin embargo, que a causa de la inercia de las moléculas líquidas, las mas altas mareas no se verifican precisamente en la época en que el Sol i la Luna pasan a una misma hora dada por el meridiano de un lugar: hai una diferencia de 36 horas, o de dia i medio, de tal modo que solo la tercera marea que sigue al plenilunio o al novilunio alcanza a su mayor desarrollo. De todos modos, i haciendo abstraccion de esta circunstancia, la marea de las zizijias debe verificarse en el instante en que la Luna pasa por el meridiano de un lugar, es decir, a las doce de la noche en el plenilunio, i a las doce del dia en el novilunio.

Sin embargo, a causa de la configuracion de las costas, en los puertos i en jeneral en las inmediaciones de las tierras, el fenómeno no se hace sentir con tanta regularidad. La marea, esto es, la elevacion de las aguas que se forma en el mar, llega allí con un retardo mas o ménos considerable: esto es lo que se llama el *establecimiento del puerto*. El establecimiento del puerto es, pues, el trascurso del tiempo entre el paso de la Lu-

na por el meridiano de un lugar en el dia de la zizijia i la pleamar. Este retardo proveniente de las localidades i de la configuracion de las costas, es muchas veces mui diferente aun entre dos puertos vecinos, porque las circunstancias locales, sin cambiar nada a las leyes de las mareas, tienen mas o ménos influencia sobre él. Así, por ejemplo, en Jibraltar, la marea coincide con el paso de la Luna por el meridiano el dia de la zizijia, es decir, el retardo es nulo; pero en Cádiz es de 1 hora 15 minutos, en Lisboa de 4 h. 40 m., en Brest de 3 h. 46 m., en San Maló de 6 h. 10 m., en el Havre de 9 h. 53 m., en Dunquerque de 12 h. 13 m. En Rio Janeiro. el establecimiento del puerto es de 2 h. 30 m. En el Pacífico se notan las mismas diferencias. En Acapulco es de 3 h. 5 m., en Paita de 3 h. 8 m., en el Callao de 6 h. 0 m., en la bahía de Valparaiso de 9 h. 40 m., en la bahía de Talcahuano es de 10 h. 14 m., en Constitucion 10 h. 30 m. En Maullin 12 h. 30 m., i en Ancud 10 h. 30 m. Conocido el establecimiento de un puerto cualquiera, es fácil por medio de un cálculo sencillísimo, i con el ausilio de tablas que corren impresas, el conocer la hora de la pleamar del dia que se desée. Se comprende la importancia de los datos de esa naturaleza, cuando se trata de puertos de difícil entrada, en donde los navegantes tienen que esperar la marea para llegar o para salir.

La protuberancia formada en la superficie del mar por efecto de la marea, marcha de oriente a occidente, es decir, en el mismo sentido del movimiento aparente de la Luna, con rapidez verdaderamente prodijiosa. Esta protuberancia se forma en las rejiones tropicales, i de allí se propaga con mas o ménos rapidez al norte i al sur del océano. En las rejiones circumpolares su accion está tan debilitada que casi se puede decir que en aquellos mares no existen mareas. Si toda la superficie del globo estuviese cubierta de agua, la cima de la marea seguiria constantemente el paso de la Luna en un intervalo de tiempo siempre igual, i andando en la zona ecuatorial 300 leguas por hora, tardaria 24 horas 50 minutos en dar

la vuelta al globo. Los continentes i las islas que la marea encuentra a su paso, la interrumpen, para volver a formarse una vez que ha pasado el obstáculo. Pero no se crea que las mareas se manifiestan como las corrientes, i que las dos protuberancias opuestas que dan la vuelta de la Tierra en ménos de 25 horas, corren realmente por la superficie de los mares i pueden arrastrar los cuerpos flotantes. Nada de eso: el mar se levanta i se baja en cada lugar, palpita en cierto modo hinchándose en el lugar por donde pasa la Luna, i deshinchándose cuando el astro ha pasado. En un mar libre de obstáculos, la marea se eleva sin que los navegantes perciban el fenómeno.

La protuberancia de las aguas alcanza a una altura casi insignificante, pero su estension en superficie es sumamente vasta. Para apreciar su elevacion es menester observarla cerca de las tierras; i en las islas situadas en medio del océano, se ha podido ver que alcanza ordinariamente a cerca de un metro de altura. Como la marea sigue la direccion aparente de la Luna, es decir, se propaga de oriente a occidente, debe elevarse mas en las costas orientales de los continentes, donde su propagacion encuentra una barrera. Así se ve que en el Pacífico, miéntras en las costas americanas se eleva por término medio un metro i medio, en las costas del Asia alcanza a una altura formidable. En las costas profundas de los continentes, i que en seguida se estrechan gradualmente como un embudo, la converjencia de las aguas produce un grande aumento en la altura de la marea; pero aun entónces es mas notable todavía en las costas orientales de los continentes. Así, las mareas que tienen lugar en el canal de Bristol, en Inglaterra, i en la bahía de San Maló, en Francia, donde las aguas se elevan algunas veces a 15 metros, son considerables por la configuracion de las costas. En el sur de Chile, en el golfo de Reloncaví, la marea sube 7 metros, por la misma razon. Pero en la costa oriental de la Patagonia, en los golfos de San Jorje i Santa Cruz, Fitz-Roy midió mareas de 15, de 18 i de 20 metros de

alto. En fin, en la bahía de Fundy, entre la Nueva Escocia i la Nueva Brunswick, en las posesiones británicas de la América del norte, la diferencia entre la alta i la baja mar, que no alcanza a ser de 3 metros a la entrada del golfo, aumenta por grados hasta mas de 21 metros en su estremidad interior.

Los vientos ejercen sobre las mareas una influencia mui notable, sea aumentando su poder, sea disminuyéndolo, segun el punto de donde soplan. En el golfo de Vera-Cruz, en Méjico, sucede que en lugar de dos mareas en 24 horas, no hai algunas veces mas que una sola en tres o cuatro dias, cuando el viento sopla con direccion opuesta a las olas. La misma anomalía se verifica frecuentemente en los archipiélagos de la Ocenía, como se ha podido observar en la costa meridional de Tasmania. Pero si la fuerza del viento es capaz de rechazar la marea que sube se comprende que debe acrecentar de una manera formidable la enerjía del flujo cuando sopla en la direccion que llevan las olas, i causar grandes estragos en las tierras que baña el mar. «Las costas mui bajas de Dinamarca i de la Holanda son la parte de Europa donde estos desastres se repiten con mas frecuencia, dice M. E. Margollé. El océano las ataca i las invade, produciendo algunas veces, por la impetuosidad de sus irrupciones, inundaciones espantosas. Una tempestad que arrojó sobre la isla de Nordstrand una marea de otoño en 1634, causó en una sola noche la pérdida de 1,300 casas, de 6,000 habitantes i de 50,000 cabezas de ganado.» En 1225, el mar del Norte formó en Holanda el espacioso golfo de Zuydersee, rompiendo los diques que lo separaban de un lago que los jeógrafos romanos denominaban Flevo, destruyó 72 ciudades o aldeas i produjo la muerte de 100,000 personas que perecieron ahogadas. Otra inundacion ocurrida en el siglo XVI formó el estenso lago de Harlem, desecado con gran trabajo en los últimos años.

Los lagos i los pequeños mares rodeados de tierra por todas partes, no pueden tener mareas. Si el mar se hincha en una parte, debe bajar en otras, porque la masa del océano permanece invariable, de tal suerte que este fenómeno no puede tener lu-

gar sino en una estension de aguas que ocupe la cuarta parte de la Tierra. Ningun lago, ni aun el mar Caspio, el mas grande de todos, llena esta condicion indispensable. Los mares interiores que se comunican con el océano, no tienen tampoco mareas, a ménos que su comunicacion sea tan considerable que puedan recibir la influencia de las mareas esteriores. En el Báltico i en el Mediterráneo la marea es casi insensible, porque sus bocas no dan un acceso suficiente a la onda formada en los mares libres. En algunos puntos, como en el mar Rojo, se notan ciertos movimientos estraordinarios semejantes a veces a las mareas, pero que son producidos por los vientos.

13.—Las mareas tienen una parte principal en la formacion de las barras que embarazan la navegacion de los rios, i de que hemos hablado en el capítulo anterior. Pero su empuje puede aun impulsar las aguas de un rio en sentido inverso a su declive i hacerlas refluir hácia su oríjen. Este reflujo fluvial, conocido con el nombre de *mascaret*, constituye un fenómeno mui curioso, pero que no ha sido suficientemente esplicado. Se le observa en Francia en los rios Sena i Dordoña. En este último, la marea ascendente, despues de haberse propagado en el Jironda, esa especie de golfo que se estiende desde Burdeos hasta el mar, detiene las aguas del Dordoña, i las hace correr hácia atras formando tres o cuatro ondas mui elevadas que ocupan todo el ancho del rio. Estas ondas remontan el Dordoña con una rapidez estraordinaria i con un estrépito atronador, hasta 30 quilómetros de su desembocadura. En su paso, desarraigan los árboles, destrozan o maltratan las embarcaciones que no se ha situado en el centro del rio para buscar un mayor fondo, cortan las anclas, destruyen los diques, arrastran las piedras a una gran distancia. En el Gánjes, donde la marea se hace sentir hasta 300 quilómetros de la embocadura, este fenómeno causa estragos mas terribles todavía.

El mascaret mas notable es el que tiene lugar en el rio de las Amazonas. Los indios le dan el nombre de *pororoca*. Allí la marea se hace sentir a mas de 800 quilómetros de la emboca-

dura. El prororoca se anuncia por un choque horrible de las olas del mar con la corriente del rio, cuyo estrépito se siente a nueve quilómetros a la redonda. En la embocadura, la lucha de las dos corrientes hace temblar las riberas de los alrededores i se propaga de isla en isla con espantosos mujidos. Los pescadores i los navegantes se alejan aterrorizados. En breve, aparece una ola de tres o cuatro metros de alto que se estiende de una orilla a otra, i luego una segunda, una tercera i a veces una cuarta. Es el rio vencido que corre hácia su oríjen. Esas olas, animadas de una prodijiosa rapidez, arrastran las piedras i arrancan i rompen cuanto encuentran a su paso. El célebre viajero frances La-Condamine, que observó este fenómeno en el siglo pasado, dice que en la época de las zizijias dos minutos bastan al mar para alcanzar a la altura que en otro tiempo exijiria cerca de seis horas. A veces el prororoca inunda los campos cultivados i causa los mayores destrozos.

14.—Para terminar esta rápida descripcion de los fenómenos del océano, debemos dar una idea de los remolinos.

Los obstáculos que las olas encuentran a su paso parecen escitar su furor. En las mareas que suben i durante el tiempo borrascoso, el mar asalta por todas partes i con gran violencia las rocas de la ribera. En ciertos parajes encuentran en su propio lecho rompientes i precipicios que dan a sus movimientos un carácter espantoso i singular. Los marinos no se acercan allí sin gran peligro de ser destrozados en los primeros o sumidos en los segundos. Algunos de estos escollos han adquirido una funesta celebridad. Tales son los grupos vecinos de rocas de Scila i Caribdis, en el estrecho de Mesina, tan famosos por los recuerdos de la antigüedad clásica, i mucho ménos temibles ahora, gracias a los progresos de la navegacion i a la desaparicion de las ideas supersticiosas que llenaban de terror a los antiguos navegantes. En Caribdis (ahora Calofaro) el mar hierve mujiendo como en un cráter sin fondo; i en Scila golpea i salta contra las paredes de las rocas. Los *fiords* o pequeños golfos que bordean las costas de la Noruega i los numerosos islotes

que las rodean, dan oríjen a remolinos mas peligrosos todavía. El mas famoso, situado en el archipiélago de Lafoden, es el *Mahlström*, corriente que muerde. Forma una especie de embudo inmenso, cuya accion se estiende hasta 15 quilómetros, i en que las naves, en el momento del flujo de la marea, se hunden jirando con una rapidez vertijinosa. Ese remolino arrastra por su atraccion irresistible, a toda nave que se aventure a acercarse al vasto círculo en que se ejercita su poder. Se observan remolinos análogos en el archipiélago de Feroe, en el golfo de Botnia i en el estrecho de Long-Island, en la costa oriental de los Estados Unidos.

15.—Conocidos ya los movimientos del mar, debemos decir algo mas acerca de la accion que ellos ejercen sobre la configuracion de las costas i aun sobre su constitucion jeolójica. En el capítulo anterior hemos señalado muchos hechos que, como la formacion de las barras i de los deltas, deben ser atribuidos principalmente a la accion de los rios, i al trasporte de materiales que depositan en su embocadura; pero las olas, las mareas i las corrientes modifican tambien las costas.

Las olas i las mareas azotan las costas con una gran violencia, arrancan de ellas materiales de toda especie que llevan consigo a las profundides o que depositan en las costas bajas en forma de guijarros o de arenas. Los efectos producidos por la accion de las olas i de las mareas en los terrenos movedizos, son a veces de una prodijiosa rapidez i determinan desastres espantosos: Las costas bajas i arenosas del mar del Norte, desde la boca del Escalda hasta la estremidad setentrional de la Dinamarca, es decir, las costas occidentales de este pais, i las de la Holanda i una parte de la Alemania, han sufrido, como hemos dicho, estragos espantosos. Pero aun cuando las costas estén constituidas por las rocas mas duras, el furor de las olas no es impotente contra ellas.

Sin embargo, la disposicion de los lugares puede favorecer o contrariar esta accion destructiva de las olas. Cuando la costa es vertical, la ola, golpeando contra ella con toda su fuerza, llega

casi a minarla por la parte inferior, hasta que no estando suficientemente sostenida en equilibrio, se desploma precipitándose en el mar. Los guijarros desprendidos, pulverizados a veces en forma de arena, constituyen el material de los aluviones marítimos. Las olas van a dejar en las playas bajas vastos depósitos de arenas, de guijarros i de conchas que forman con el tiempo verdaderas capas de terreno. Las corrientes por su parte, arrastran en su paso muchas materias orgánicas que van a depositar a lo léjos. Se cree que la corriente del golfo ha contribuido a dar al golfo mejicano la forma que tiene por medio de su accion constante sobre las costas. Por avanzada que sea esta opinion, debemos consignarla aquí como una prueba de la importancia jeolójica que se atribuye a este fenómeno.

CAPITULO VIII

La atmósfera

1. Idea jeneral de la atmósfera i de la presion atmosférica.—2. Vientos: sus causas jenerales; sus diversas especies.—3. Vientos constantes; los alísios.—4. Vientos periódicos; los monzones; brisas de mar i de tierra; brisas de las montañas.—5. Vientos variables; su rotacion.—6. Efectos jeolójicos producidos por los vientos; las dunas.—7. Propiedades especiales de algunos vientos; el simoun, el siroco.—8. Las tempestades; los uracanes o ciclones; su formacion i desarrollo; los torbellinos; las trombas de mar i de tierra.—9. Evaporacion atmosférica; el rocío; la helada; el sereno.—10. Las neblinas: las nubes; su altura; su espesor; sus diversas especies; anillo ecuatorial.—11. Las lluvias; su distribucion jeneral; paises sin lluvias.—12. Influencia de los bosques.—13.—La nieve i el granizo.—14. Borrascas o tormentas.—15.—Fenómenos luminosos de la atmósfera; refraccion i refleccion atmosférica; aurora i crepúsculo; miraje o espejismo; fata morgana; arco-íris; halos; parelias; coronas; antelias; espectros.—16. Prevision del tiempo.

1.—La atmósfera (1) es este fluido casi imperceptible que rodea la Tierra por todos lados, la acompaña en su revolucion diurna en torno de su eje i en su movimiento anual alrededor del Sol. Como es mas liviana que la tierra i que el agua, se ele-

(1) Esta palabra se deriva de dos voces griegas que significan *vapor* i *esfera*, o esfera de vapor, porque en efecto la atmósfera es una esfera de vapor concéntrica a la esfera sólida del globo terrestre.

va sobre ámbas; pero es retenida por la fuerza de gravedad i permanece adherida a la superficie del globo para el uso del hombre, de los animales i de las plantas.

La atmósfera es compuesta principalmente de dos diferentes especies de gases, el oxíjeno i el azoe, que entran en su composicion en proporciones mui diversas, 21 partes el primero por 79 el segundo. El vapor de agua se encuentra tambien en ella, en mayor o menor proporcion, segun las rejiones que el aire recorre; como igualmente una pequeña porcion de gas ácido carbónico, que en ciertas ocasiones puede alcanzar a 10 partes por cada 10,000 de aire atmosférico. Es un hecho conocido que miéntras los animales estraen de la atmósfera el principio llamado oxíjeno i le suministran el ácido carbónico, las plantas hacen exactamente lo contrario. Toda la vida animal i vejetal depende de la atmósfera. Suministra a los pulmones el oxíjeno que purifica la sangre, i es el alimento del fuego i el sustento de la llama. Difunde la luz solar i el calor, i es el vehículo de los olores i del sonido: la quietud de la muerte reinaria en toda la naturaleza si no existiese la atmósfera.

La primera cosa que se debe considerar en el estudio de la atmósfera es su pesantez, o en otros términos, la presion que ejerce esta enorme masa fluida sobre la Tierra i sobre todos los cuerpos situados en la superficie del globo. La pesantez del aire es un hecho perfectamente probado por la teoría i por la esperiencia. El aire atmosférico, ademas, es eminentemente elástico i espansible, como lo son todos los cuerpos gaseosos. Sin embargo, su fuerza de espansion encuentra un límite que le impone la atraccion terrestre. Sin esta fuerza coercitiva, no solamente la atmósfera se estendería al infinito, sino que propiamente hablando, nuestro globo no tendria atmósfera, porque se disiparia completamente en el espacio ilimitado.

La densidad atmosférica no es la misma a las diferentes alturas de la superficie de la Tierra. Como el aire, en virtud de su elasticidad, se condensa en proporcion a la presion que esperimenta, es evidente que su densidad disminuye de abajo

para arriba. Sin necesidad de aparatos de ninguna clase, los viajeros que han ascendido las altas montañas han comprobado este hecho. Por efecto del enrarecimiento del aire, es menester aspirar mayor cantidad i mas frecuentemente para satisfacer las necesidades imperiosas de la respiracion; i al fin, a mayor altura, el cuidado de respirar ocupa todas las fuerzas del hombre, i entónces se siente un malestar intolerable, una fatiga abrumadora. Un vértigo intenso, acompañado de somnolencia, adormece el pensamiento, i por el momento pone al viajaro en un estado de incapacidad para todo trabajo del espíritu. Se esperimenta una estrema laxitud, una postracion de las fuerzas acompañada de un abatimiento moral, de la indiferencia mas absoluta, i de la falta de voluntad. El estómago se ajita, esperimenta náuseas i muchas veces vómitos. La respiracion así como la circulacion de la sangre se aceleran, i sin embargo, el calor animal disminuye. Este malestar se alivia con el descanso, pero solo se estingue con la vuelta a lugares ménos elevados, donde el aire es mas denso. Esto es lo que se llama mal de las montañas, i puna o sorocho en América (1).

La disminucion en la densidad atmosférica se opera segun una progresion jeométrica, es decir que a cierta altura sobre la superficie del globo, la densidad es la mitad de la que se encuentra al nivel de los mares; a una altura doble de esa densidad no será mas que la cuarta parte de la que se ha observado al nivel del océano. Si todas las capas de aire de la atmósfera poseyesen la misma densidad, seria mui fácil determinar su altura por las leyes de la física. Pero como, por el contrario, la densidad de las capas atmosféricas decrece rápidamente a medida que se alejan de la Tierra, la ciencia está obligada a fijar la altura aproximativa de la atmosfera sobre datos ménos se-

(1) Jourdanet, *Influence de la pression de l' air sur la vie de l'homme,* tom. I-páj. 290.—En esta obra mui estensa (2 grandes volúmenes en 8.º); encontrará el lector todo jénero de noticias sobre la atmósfera en sus relaciones con la vida del hombre, climas de montañas, etc., etc.

guros. Así, por ejemplo, se sabe que la causa del crepúsculo reside en la propiedad que posée el aire atmosférico de refractar i de reflejar la luz, que el fin del crepúsculo llega cuando el Sol ha desendido a 18 grados bajo el horizonte, i que este fenómeno se produce cuando un rayo de luz emanado del Sol alcanza a la mas alta capa de la atmósfera i se refleja entónces hácia el lugar en que se haya el observador. Segun esto, se calcula que la refleccion de los rayos luminosos no puede tener lugar a una altura superior a 72,000 metros. Otras esperiencias dan ménos espesor a la capa atmosférica; pero jeneralmente los cómputos mas fundados le asignan de 43 a 47,000 metros.

El hombre no ha podido llegar a esas alturas para observar directamente los hechos que puedan conducirlo a fijar el espesor de la atmósfera. Dos físicos ingleses, Glaisher i Coxwell, en la mas atrevida espedicion aereonáutica que se haya hecho jamas, alcanzaron solo una elevacion de 10,000 metros. En esta ascension memorable, que tuvo lugar el 5 de setiembre de 1862, el termómetro descendió a —21° a los 8 quilómetros de elevacion. A esa altura prodijiosa Coxwell perdió el uso de las manos. A la altura de 8,850 metros, Glaisher estaba sin conocimiento, i poco faltó para que los dos viajeros quedasen muertos i helados en la atmósfera. En esas alturas, ademas, las atmósfera, a causa de su rarefaccion, pierde una parte de la cualidad que tiene de trasmitir la luz i el sonido.

La densidad de la atmósfera no es, pues, igual en todos los puntos de la superficie terrestre. Será mayor en los lugares mas bajos, al nivel del mar, por ejemplo, i gradualmente menor en lás diferentes alturas de la Tierra. Por eso es que el barómetro, que sirve para comprobar la presion atmosférica, es un instrumento bastante seguro para medir las elevaciones i cuando es bien construido indica hasta la diferencia de unos cuantos metros. Pero aun bajo un mismo nivel superficial, la presion atmosférica varía de un lugar a otro, segun la latitud; i estas variaciones de latitud i de elevacion son causa de que las personas ignorantes crean que un barómetro no funciona bien

porque no corresponde a las indicaciones señaladas para otros lugares. Por mas minucioso que ello parezca, i aunque esto pertenezca mas propiamente al estudio de la física jeneral, creemos conveniente fijar algunas cifras que contribuirán a hacer conocer estas diferencias.

En el ecuador, a la altura del nivel del mar, la presion media de la atmósfera es de 758 milímetros en la columna barométrica; pero a partir del grado 10 de latitud en uno i otro hemisferio, la presion acrece poco a poco, i hácia la latitud de 30 a 35 grados, alcanza a su máximum. esto es, a 762 o 764 milímetros. Mas léjos aun, en la direccion hácia los polos, la presion disminuye, de tal suerte que a los 50 grados es de 760 milímetros, i sigue disminuyendo hasta los 65 grados, en que vuelve a levantarse gradualmente. Aunque este principio rije en los dos hemisferios a latitudes iguales, parece que la presion es lijeramente inferior en las rejiones vecinas al polo austral de lo que corresponde a una posicion análoga en las inmediaciones del otro polo, lo que induciria a creer que se ha acumulado una mayor cantidad de aire en la mitad de la Tierra en que están agrupados los continentes.

Como se ve por esta corta esplicacion, las diferencias entre la presion atmosférica media de diversos lugares situados a la misma altura pero en distintas latitudes, es de poca importancia, de tal suerte que se necesitan grandes distancias para hallarlas. Un solo hecho bastará para probarlo. Entre Valparaiso i Melipulli o Puerto Montt, median 8 grados de latitud, i miéntras la altura media anual del barómetro en el primero de esos lugares es 758,15, en el segundo es 760,59. No sucede lo mismo respecto de la altura, pues se observa que la sola elevacion de 60 metros a que está situado Paris sobre el nivel del mar produce una disminucion de 4 milímetros, entre 760 a orillas del océano, i 756 en la capital de Francia. Santiago está 569 metros mas alto que Valparaiso, i su presion atmosférica es de 717,15 milímetros, miéntras que la de este puerto es de 758,15.

Pero se comprenderá mejor esta diferencia comparando la presion atmosférica de lugares mas altos, situados todos ellos en la zona tropical:

	Altura sobre el mar	Presion barométrica
Acapulco	0 metro	761 milímetros
Méjico	2,277 »	583 »
Quito	2,908 »	553 »
Antisana	4,101 »	470 »

Haciendo abstraccion de una pequeña diferencia comprobada cada vez que la observacion se ha hecho en las rejiones del aire léjos de la influencia inmediata de las tierras, el mismo resultado han dado los estudios de los aereonautas en sus mas atrevidas espediciones. Así, de los hechos recojidos por los físicos ingleses Glaisher i Coxwell (1) en el viaje de que hemos hablado mas atras, tomamos las cifras siguientes:

Metros sobre el nivel del mar	Presion atmosférica en milímetros
149	746,8
1,500	634,7
2,309	575,6
3,837	475,0
4,727	421,8
5,859	365,9
6,821	322,7
7,736	284,6
8,839	246,5

Conviene tambien advertir que la presion atmosférica observada en el barómetro sufre variaciones mas o ménos sensibles

(1) Tomo estas cifras de la traduccion francesa (*Voyages aériens*, Paris, 1 v. gr. 8.º) del libro interesantísimo en que Mr. Glaisher ha referido sus treinta ascensiones aereostáticas.

de una estacion a otra, i lo que es mas curioso, de una hora a otra del dia, recorriendo una escala visible solo para un observador intelijente que dispone de un buen instrumento. Entre las 9 i las 10 de la mañana alcanza su elevacion mas considerable; pero luego comienza a descender hasta las 4 de la tarde, en que el barómetro baja mas. A esa hora comienza a subir hasta las 10 de la noche, hora en que comienza a bajar de nuevo, para recomenzar a subir 6 horas despues, a las 4 de la mañana (1). A estas pequeñas variaciones de la presion atmosférica durante el curso del año, i aun de cada dia, mas fáciles de observar en la zona tropical que en las zonas templadas, hai que agregar las que producen los cambios meteorolójicos. El paso del frio al calor, de la sequedad a la humedad atmosférica, los vientos, en fin, aumentan o disminuyen la presion del aire; i como el barómetro da cuenta exacta de estas oscilaciones, la esperiencia ha hallado en este instrumento un medio bastante seguro de predecir con algunas horas de anticipacion los cambios de tiempo.

Hemos dicho que estas variaciones diurnas son mas sensibles en las rejiones equinoxiales; i en efecto, se ha observado que disminuyen radical i gradualmente alejándose del ecuador hácia los polos, Bajo la línea equinoxial alcanzan una diferencia de 2,28 milímetros; a los 39° es de 1,15; a los 48 es de 0,67; i por último, a los 62°25', no existe la variacion diurna.

---

(1) Las variaciones diurnas de la presion atmosférica son mucho mas perceptibles en la zona intertropical. Humboldt, que las observó en esos lugares, dice que es tan regular i tan fácil de seguir, que se podria arreglar por ellas un reloj sin temor de equivocarse en mas de 15 o 17 minutos. Véase su *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent*, lib. IX, chap. 26.

Los meteorolojistas las han esplicado por la mayor o menor presencia del vapor de agua en la atmósfera en las diversas horas del dia; pero la mejor demostracion del desarrollo de esta influencia que yo conozca, se encuentra en un excelente estudio del célebre astrónomo francés contemporáneo M. Faye, que con el título de *Meteorolojía cósmica* publicó en el *Anuaire du bureau de longitudes* de 1878. Véanse las pájinas 663 i siguientes.

De estas diversas variaciones, regulares i periódicas las unas, irregulares las otras, nace la dificultad de establecer la cifra exacta o aproximativa de la presion atmosférica de un lugar. Se necesita para ello de largas i pacientes observaciones hechas varias veces al dia, casi hora a hora, de instrumentos de la mas acabada precision i convenientemente colocados i de procedimientos que enseña la física, i que no tenemos para qué indicar aquí. Sin embargo, se puede llegar a un resultado bastante aproximativo por el método siguiente: En nuestras latitudes la altura barométrica media de cada dia coincide con la hora de medio dia. Observando esta presion media de cada dia durante todo un mes, se suman las cifras que resultan, i esa suma, dividida por el número de dias del mes, dará la presion media mensual. La suma de las presiones medias mensuales, dividida por doce, dará la presion media del año. Sumando la cifra que resulta de esta operacion durante algunos años, i dividiéndola por el número de años, se tendrá una cifra mui aproximativa de la presion atmosférica del lugar.

2.—Cuando un punto cualquiera de la atmósfera se calienta, esperimenta una dilatacion; i por esta dilatacion debe necesariamente impulsar el aire vecino i arrojarlo con una fuerza mas o ménos grande. Pero a causa de esta misma dilatacion, se producirá una especie de vacío que debe ser llenado inmediatamente por otras capas de aire vecinas. En uno i otro caso se establece una corriente de aire, es decir, un *viento.* Segun esto, hai dos modos por los cuales puede formarse esta corriente, esto es, se distinguen dos especies de vientos, unos producidos por la dilatacion del aire, i otros por su condensacion. Los primeros son llamados *vientos por impulsion,* i los segundos, *vientos por aspiracion.* Es raro que un viento por impulsion sea violento; pero es fácil concebir que las corrientes de aire producidas por aspiracion, adquieran una rapidez considerable, porque basta que una gran masa de aire se enfríe rápidamente o que una cierta cantidad de vapor de agua se condense en

líquido i caiga en forma de lluvia, para producir inmediatamente un gran vacío i ocasionar un viento formidable.

Una circunstancia del fenómeno de los vientos que a primera vista parece mui singular, i que, sin embargo, se esplica naturalmente, es que los dos hechos se combinan i se realizan a la vez. La dilatacion de una parte de la atmósfera producida por el calor, impulsa el aire a lo léjos; pero como este mismo hecho produce allí la rarefaccion, se establece otra corriente distinta en la rejion superior a la primera i en sentido opuesto, que va a restablecer el equilibrio. Franklin, a quien el estudio de los vientos debe mui interesantes observaciones, ha esplicado este hecho con una sencillez admirable. En invierno, se abre una puerta que comunique una pieza abrigada con otra que no lo esté, i se colocan dos velas encendidas, una arriba i otra abajo del espacio que deja abierto la puerta. Se verá que la llama de la vela superior se dirije hácia la pieza fria; la llama de la vela inferior, hácia la pieza caliente; miéntras que a cierta altura, entre estas dos posiciones estremas, el aire permanece estacionario. Se verá así, pue se han establecido dos corrientes, una inferior, de aspiracion, producida por la rarefaccion del aire en la parte baja de la pieza caliente; i otra superior, de impulsion, que tiende a salir afuera.

Jeneralizando la conclusion de este esperimento, se puede decir que cuando dos rejiones vecinas están calentadas desigualmente, se establece en la parte superior una corriente que va de la rejion caliente a la rejion fria, i otra mas densa que corre en sentido inverso en la superficie del suelo; o mas claro, que toda corriente átmosférica supone la existencia de una contra-corriente que marcha en sentido opuesto.

Este fenómeno es en muchas ocasiones perfectamente perceptible, así vemos con frecuencia que las nubes corren en la altura en una direccion opuesta a la que en la Tierra señalan los aparatos que el hombre emplea para observar la marcha de los vientos. Dos erupciones volcánicas, ocurrida la una en la

isla de San Vicente (Antillas) el 30 de abril de 1812, i la otra en Nicaragua el 20 de enero de 1835, han permitido comprobar la efectividad de esta lei. Las cenizas volcánicas lanzadas a una grande altura por la erupcion, fueron arrastradas a mucha distancia por la corriente superior, en un sentido opuesto al que hacia presentir el viento que reinaba en la superficie de la Tierra.

Los vientos producen el efecto jeneral de mezclar contínuamente las capas atmosféricas que envuelven el globo, i de mantener en el aire una composicion química constante. Renuevan el aire de las ciudades i suavizan los climas frios o ardientes llevándoles el calor o el fresco de otras rejiones. En fin, favorecen la fecundacion de las flores ajitando las ramas de las plantas i trasportando el pólen a grandes distancias, como sucede con el dátil.

Para indicar la direccion de los vientos, los cuatros puntos cardinales serian insuficientes, porque el viento puede tomar una multitud de direcciones intermediarias. Se indican estas direcciones por medio de nuevos diámetros que dividen el horizonte en diez i seis partes iguales, i se tiene así, salvo algunas diferencias despreciables, la indicacion de todas las direcciones del viento. La figura que representa estas divisiones es conocida con el nombre de *rosa de los vientos*. En ella están trazadas, además de las letras que indican los puntos cardinales, las iniciales de las otras modificaciones, NE., ENE., SE., SSE., etc. Casi parece innecesario decir que la denominacion de cada punto se espresa siempre por el punto de donde viene, i jamás por aquel adonde se dirije. Así, viento de oeste quiere decir viento que viene del oeste.

Para la observacion de la marcha del viento, se han inventado las veletas, especie de banderillas de tela o de metal que se colocan en lo alto de las torres i de los edificios elevados i en los mástiles de las naves, que jiran en todos sentidos, i a las cuales impulsa el viento en la direccion en que sopla. Pero, como ese sencillísimo aparato no puede colocarse mas que en

una altura mui limitada, se prefiere la observacion de la marcha de las nubes. Por medio de otros aparatos mas complicados i que no hai para qué describir aquí, se conoce tambien la intensidad del viento. La fuerza de éste está en razon directa de su velocidad, de manera que, conociendo su rapidez, se conoce su vigor.

La fuerza desigual del viento, o la variabilidad de su rapidez, es un hecho que puede observarse diariamente. Se encuentran todas las transiciones imajinables entre un soplo apénas sensible i los huracanes que desarraigan los árboles mas gruesos i echan por tierra las paredes. Como los vientos se desarrollan con mas libertad en el mar, donde no encuentran ningun obstáculo que los embarace, son los marinos los que los han observado i los han clasificado con mayor prolijidad. Así, ellos llaman *brisa* al que recorre dos metros por segundo; *viento fresco*, al de cuatro metros; *fuerte brisa* al que llega a quince. Cuando la rapidez alcanza a veinte o treinta metros, el viento se llama *tempestad;* pero si se eleva de treinta i cinco a cuarenta resulta un *huracan*. En este último caso, el viento recorre cerca de ciento sesenta quilómetros por hora: entónces desarraiga los árboles, derriba los edificios i destruye cuanto encuentra a su paso.

3.—Los vientos se dividen en *constantes*, *periódicos* i *variables* o *locales*.

Los mas notables entre los primeros son los *alísios* (voz derivada de una antigua palabra francesa *alis*, que quiere decir constante), que son vientos que soplan con una gran regularidad en las rejiones intertropicales, con la direccion aproximativa de este a oeste. Pocos fenómenos han exitado tanto la sorpresa de los primeros navegantes que recorrieron el océano Atlántico. Los compañeros de Colon se sintieron aterrorizados cuando se vieron impulsados por vientos contínuos del este que parecian presajiarles que no volverian mas a su patria. Solo en el siglo pasado se halló una esplicacion a este fenómeno singular; i en nuestro tiempo, la causa que los

produce es perfectamente conocida, i los navegantes los utilizan para abreviar sus viajes entrando o alejándose de su zona segun sea que se dirijan al occidente o al oriente.

Entre la temperatura del ecuador i la de los polos hai una diferencia de 45 grados a lo ménos. El aire calentado i enrarecido bajo el ecuador, se eleva constantemente a las rejiones superiores de la atmósfera, i se estiende al norte i al sur hácia los polos. Miéntras tanto, el aire frio i pesado de las zonas polares, se precipita a lo largo de la superficie de la Tierra, hácia el ecuador, a fin de llenar el vacío relativo producido entre los trópicos por la rarefaccion. Se establecen, pues, así, entre cada uno de los polos i el ecuador dos corrientes de aire en sentido inverso: una caliente en la parte superior de la atmósfera, i la otra fria en la superficie del suelo o de las aguas. Las dos grandes corrientes que rozan la superficie de nuestro globo no esperimentan la accion del movimiento rotatorio de la Tierra cuando salen de sus polos respectivos; pero a medida que se alejan de esos lugares, esto es, cuando se acercan a los puntos en que ese movimiento es mas rápido, las corrientes tienen una velocidad menor que la de las rejiones a que se dirijen: marchan con ménos rapidez que los puntos situados cerca del ecuador, de suerte que, para el observador colocado en la Tierra, el viento parece soplar en una direccion contraria al movimiento de nuestro planeta, es decir, de oriente a occidente. Resulta de aquí que la corriente que viene del polo norte se convierte en viento noreste ántes de llegar al trópico de Cáncer, i que la corriente salida del polo sur se hace viento sureste ántes de llegar al trópico de Capricornio. El límite en que estas corrientes toman su inclinacion mas pronunciada al oeste, se encuentra en el paralelo 28 de latitud, al norte i al sur del ecuador.

Las dos corrientes no alcanzan a reunirse en una sola.

A cierta distancia de la línea equinoccial, se neutralizan tan completamente, que en alta mar una vela arde sin vacilar. La zona intermedia entre los límites de estos dos vientos, tiene un

ancho de cerca de 5° 30', i se la designa con el nombre de rejion de las calmas o rejion de las variables, porque está sujeta igualmente a calmas completas, a lluvias torrentosas i a borrascas de una violencia estraordinaria.

Como veremos mas adelante, el ecuador terrestre no es la línea de la mayor temperatura, de donde resulta que el centro de la rejion de las calmas no coincide con la línea equinoccial, sino mas bien con el paralelo 6 del norte. Sin embargo, segun la situacion del Sol, la línea del mayor calor cambia de posicion; i la situacion de la rejion de las calmas varía por la misma causa. Así sucede que en los meses de febrero i marzo, es decir, durante el verano del hemisferio sur, la rejion de las calmas tiene su centro a 4 grados al norte del ecuador; miéntras que en agosto i setienbre, durante el verano del hemisferio norte, la línea central de la rejion de las calmas se sitúa por el grado 11 de latitud setentrional. Pero en jeneral, se puede decir que los vientos alísios corren todo el océano en la estension i con el rumbo que hemos indicado, pero no son verdaderamente constantes sino a cierta distancia de las tierras, porque los continentes i las islas los interceptan i cambian su direccion.

4.—En el océano Indico, la regularidad de los vientos alísios está perturbada por la configuracion de las tierras que baña este mar; i sobre todo por el continente asiático, cuyas estremidades meridionales se dilatan en la rejion de aquellos vientos. De aquí resulta que los alísios no son conocidos en la parte setentrional de ese océano. En lugar de ellos corre allí desde abril hasta octubre un viento sureste, miéntras que desde octubre hasta abril sopla un viento noreste. Estos son los *monzones*, voz derivada de una palabra malaya, que quiere decir estacion.

La periodicidad de estos vientos se esplica fácilmente. Durante los meses de invierno del hemisferio norte, es decir, de octubre a abril, la temperatura del continente asiático se enfría, miéntras que, por el contrario, las rejiones situadas mas al sur reciben del Sol mayor cantidad de calor i se calientan. Resulta naturalmente de aquí que se establece una corriente que

sopla del continente asiático enfriado, a las rejiones marítimas mas calientes, es decir, del norte al sur. Por el contrario, cuando el Sol pasa del hemisferio austral al hemisferio boreal, las temperaturas relativas del continente asiático i del océano cambian, i el monzon se trastorna, es decir, durante el verano, el viento periódico sopla del sur al norte. Pero estos dos vientos, por efecto de la rotacion de la Tierra, se trasforman, el primero en un viento noreste i el segundo en un viento suroeste. Algunas veces los monzones están separados por un período de calma; pero en jeneral pasan bruscamente de una direccion a otra i el choque de estos dos vientos contrarios produce casi siempre borrascas mui peligrosas. Los monzones penetran hasta mui adentro en el continente; pero su direccion se modifica notablemente por la configuracion de las tierras.

Pertenecen a esta misma clase de vientos periódicos otras corrientes ménos intensas, producidas por causas análogas, que se hacen sentir en el golfo de Méjico i en el Mediterráneo; pero hai ademas en las costas ciertas brisas periódicas cuya observacion da a conocer perfectamente el oríjen de los vientos.

«En las costas, cuando el viento está en calma, dice el célebre meteorolojista aleman Kaemtz, no se siente ningun movimiento en el aire hasta las ocho o nueve de la mañana; pero entónces se levanta poco a poco un viento lijero que sopla del mar. Débil al principio i limitado a un pequeño espacio, este viento aumenta poco a poco en fuerza i estension hasta las tres de la tarde, i en seguida se calma para ceder el puesto a un viento que sopla de tierra. Este se levanta poco despues de ponerse el Sol i alcanza su máximun de rapidez i de intensidad a la salida de este astro. Estos vientos alternativos son llamados *brisa de mar* i *brisa de tierra*. Su direccion es perpendicular a la de la costa; pero si otro viento sopla al mismo tiempo, la brisa se modifica de diversas maneras. (En la costa de Chile, en efecto, se observa que los dias en que se hace sentir un fuerte viento del sur o del norte, la brisa del mar cesa de soplar o cambia de direccion.) Esta alternativa de la brisa del mar i de

la brisa de tierra se esplica por el calentamiento desigual de la tierra i del mar. En efecto, a las nueve de la mañana la temperatura es casi la misma en tierra i en el mar, i el aire se encuentra en equilibrio. A medida que el Sol se levanta sobre el horizonte el suelo se calienta mas que el agua i resulta una brisa marina que sopla hácia la tierra, donde el aire se ha enrarecido. En el momento de mas alta temperatura del dia, esa brisa adquiere su mayor fuerza; pero en la tarde, el aire de tierra se enfria, i al ponerse el Sol tiene la misma temperatura que el aire que está en contacto con la superficie del mar. Resultan algunas horas de calma perfecta. Durante la noche, la tierra se enfria mas que el agua; de ahí resulta un viento de tierra, cuya mayor fuerza coincide con la menor temperatura de los continentes» (1).

En las costas del noroeste del Africa estas brisas de mar i de tierra adquieren una grande intensidad. Como se forman en el desierto, donde la diferencia entre la temperatura del suelo i la del mar es mui considerable, su fuerza es mucho mayor que la de las brisas observadas en las otras rejiones del globo. Así sucede con frecuencia que arrastran arenas que van a caer al Atlantico, a una distancia de mas de 500 quilómetros.

Un sábio profesor frances, Fouret, ha manifestado que existen en las montañas brisas de dia i de noche análogas a las del mar. Durante el dia, se observa en las faldas de las montañas una corriente ascendente, que durante la noche es reemplazada por una corriente decendente. Este fenómeno es perfectamente perceptible en Chile, sobre todo en las noches de verano cuando baja de la cordillera un viento suave i fresco, llamado

(1) Aunque este no sea el lugar de hablar de la temperatura, de que se hablará en el capítulo siguiente, conviene adelantar aquí que la brisa de mar modifica considerablemente el clima de las costas. Al revés de lo que pasa en el interior de las tierras, en que el mayor calor se observa poco despues de medio dia (a las dos de la tarde), en la costa ocurre entre nueve i once de la mañana, es decir, ántes que la brisa del mar venga a refrescar la temperatura.

en el pais *puelche o terral.* Fouret esplica estas alternativas de corriente ascendente diurna i de corriente descendente nocturna, por el calentamiento de las alturas de las montañas, a causa de la accion del Sol; miéntras que el calentamiento de las llanuras, mas considerable en la segunda mitad del dia que el de las montañas, produce en la tarde i en la noche una corriente descendente.

5.—Los vientos variables i locales son los mas numerosos de todos. Aunque orijinados siempre por las causas jenerales de dilatacion o de condensacion del aire, estos vientos esperimentan las mas variadas modificaciones a causa de la configuracion de las tierras o de otras circunstancias especiales. Vamos a hablar de ellos.

La contra-corriente superior de los alísios que lleva hácia el norte o hácia el sur el aire enrarecido de las rejiones ecuatoriales, se baja poco a poco perdiendo su rapidez i su calor a medida que llega a latitudes mas inmediatas al polo. En el hemisferio norte toca la superficie de la Tierra hácia los 30 grados de latitud, i en el hemisferio sur 4 o 5 grados ántes. Así, pues, fuera de la rejion de los vientos alísios, las dos corrientes aéreas que trasportan el aire de los polos al ecuador i del ecuador a los polos, dejan de estar sebrepuestas, pero marchan una al lado de la otra i entran en lucha como si tratasen de suplantarse mútuamente. A veces es el suroeste el que triunfa, a veces es el noreste; i en el paso de una de estas direcciones a otra, vemos a los vientos intermediarios soplar en todos sentidos. Esto es lo que observamos prácticamente en Chile: el viento dominante es formado por la corriente que se desprende del polo i marcha hácia el ecuador para constituir el alísio del sur. Pero esa corriente polar, que en otros paises llega a ser formidable i terrible, como sucede en las provincias arjentinas, donde se la conoce con el nombre de *pampero*, es en Chile mucho ménos violenta porque la cordillera de los Andes opone una barrera al viento sureste que viene del polo con una gran fuerza. La contra-corriente que vuelve del ecuador hácia el polo,

se enfria fácilmente en el invierno, se condensa i desciende produciendo el viento norte. Lo mismo en el hemisferio norte, pero en sentido inverso.

Pero en ninguno de los dos hemisferios marchan estas corrientes directamente de sur a norte o de norte a sur. En las rejiones templadas, en la mayor parte de Europa, por ejemplo, los vientos parecen soplar de los diversos puntos del horizonte de una manera conpletamente irregular, i sin que la ciencia haya llegado aun a reducir sus cambios a leyes precisas, con las cuales se habria dado un gran paso para la prevision del tiempo. Sin embargo, el célebre meteorolojista aleman Dove ha comprobado que en jeneral los vientos se suceden en el hemisferio norte en el órden que sigue: sur, suroeste, oeste, noroeste, norte, noreste, este, sureste, sur. Este órden de rotacion de los vientos se observa sobre todo durante el invierno, como lo ha demostrado el mismo físico esplicando las variaciones del barómetro i del termómetro. «Cuando el suroeste, que sopla ordinariamente con mas fuerza, está perfectamente establecido, eleva la temperatura sobre 0°; por consiguente no puede caer nieve pero llueve, miéntras el barómetro baja a veces hasta su mínimun de altura. En seguida el viento pasa al oeste, i entónces la caida de la nieve, así como la subida del barómetro i el descenso del termómetro, coincide con la presencia de un viento mas frio. Con el viento norte el cielo se despeja. Con el noreste, el frio aumenta i el barómetro se eleva. Poco a poco, baja este último: lijeras nubes de las llamadas *cirrus* (de que hablaremos mas adelante, § 10), que aparecen en las rejiones superiores de la atmósfera, muestran, por la direccion de su marcha, que el viento comienza a cambiar de rumbo, i que se inclina del este hácia el sur, aunque las veletas no indiquen esta mutacion i continúen marcando el este. Sin embargo, el viento del sur, comienza a reemplazar al viento del este: el barómetro baja, la veleta marca el sureste, el cielo se entolda mas i mas, i cae nieve. Despues, la temperatura se eleva, el viento sopla

del sur, i en fin, vuelve al suroeste trayendo la lluvia. Entónces la rotacion recomienza de la misma manera.» Esta rotacion del viento no se observa siempre del mismo modo, i aun con frecuencia ofrece cierta retrogradacion. La misma rotacion se observa en el hemisferio austral, pero aquí se verifica en sentido inverso, es decir, son los vientos del norte los que traen las lluvias, i los del snr producen el tiempo seco i fresco. Esta rotacion regular de los vientos deja ver que las revoluciones atmosféricas están relacionadas i parecen ser el efecto de los fenómenos jiratorios conocidos con el nombre de *ciclones*, de que hablaremos mas adelante.

Se comprenderá mejor esta rotacion del viento jeneralizando la esplicacion de los vientos alísios. Cuando el aire está inpulado por una causa cualquiera de los polos hácia el ecuador, viene de un punto donde el movimiento de la Tierra es mui poco rápido a otros puntos que estan animados de una rapidez considerable; en consecuencia, su movimiento toma una direccion oriental, como se ha dicho al hablar de los vientos alísios. Resulta de aquí que en el hemisferio boreal los vientos que en su oríjen son del norte, se convierten, a medida que avanzan, en vientos del noroeste o del este. En todos los puntos en que se verifica una desviacion de la corriente o un choque con otra corriente, comienza la rotacion, sin que ninguno de los vientos sople largo tiempo. En el hemisferio meridional, la lei de la rotacion se cumple igualmente; pero el órden de sucesion es inverso. Es fácil comprender por qué los vientos son a la vez mas irregulares i ménos violentos miéntras mayor sea la distancia del ecuador. Acercándose a los polos, donde la rapidez del movimiento de rotacion de la Tierra es la mas lenta, i donde el aire, a causa de la temperatura mucho mas fria, no esperimenta inmediatamente la influencia de la rarefaccion que se produce sin cesar en la atmósfera ecuatorial, el viento es apénas sensible. Esta misma circunstancia permite al hombre soportar el frio intenso que reina habitualmente en estas rejiones heladas porque seria imposible sobrellevarlo si fuese acompañado de

corrientes de aire semejantes a las que esperimentamos en nuestros climas.

6.—Los cambios de temperatura, es decir, las transiciones del calor al frio i vice-versa, la accion del aire, la violencia de los vientos, la sequedad i la humedad, obran de una manera mui sensible sobre todas las rocas que constituyen la corteza terrestre. Estos efectos son mas señalados i mas rápidos si la roca es mas permeable a la humedad, i si esperimenta mas fácilmente la influencia de la sequedad que la priva del agua que ha absorbido. Estas alternativas producen la desagregacion de las partes, i las rocas caen en guijarros, en grano, en polvo i con frecuencia en forma de avalanchas de piedra, que ruedan sobre las pendientes, i vienen a acumularse al pié de las montañas.

Pero los vientos producen revoluciones mas importantes todavia. Las arenas del mar arrojadas a la orilla i secadas por el Sol, son levantadas por el viento que en poco tiempo forma pequeños montículos. Por el lado del mar presentan éstos un plano suavemente inclinado, miéntras que por el lado opuesto el corte es mui rápido, de manera que el menor viento basta para producir derrumbes. Resulta de aquí que esos montones de arena, conocidos con el nombre de *dunas*, viajan i se estienden al interior de las tierras, porque el viento dominante en las costas los levanta siempre formando nuevos montículos que a su vez se derrumban. En su marcha, cubren los campos cultivados, las casas i a veces las aldeas. Frecuentemente, las dunas forman pequeñas cadenas; pero tambien hai montañas aisladas, i son éstas las que avanzan mas. La altura de estos montículos es mui variable: hai unos que miden de 10 a 20 metros; pero tambien los hai de 60 a 100. Causas locales, i sobre todo, la mayor o menor frecuencia del viento del mar, producen el efecto de hacer avanzar la dunas con mas o ménos rapidez. Se encuentran en varias partes del mundo; pero son famosas la de Escocia e Inglaterra i las de la costa occidental de Francia, particularmente al sur de Burdeos. La industria de los hombres

ha encontrado un medio de poner un atajo a estas invasiones de arena por medio de plantaciones de árboles de varias especies, i principalmente de pinos, como se ha echo al sur de Francia.

7.—Como lo ha observado el meteorolojista Kaemtz, cuando los vientos vienen de rejiones lejanas, poséen una parte de las propiedades que caracterizan esas rejiones. Así, por ejemplo, los vientos que soplan del mar son mucho mas húmedos que los que han atravesado los continentes. Los vientos del polo, i los que han recorrido paises helados son sumamente frios, particularmente en la primavera. En todos los paises, los vientos que poséen algunas de estas cualidades, i que por esto mismo son mui molestos, toman nombres especiales. Pero entre estos vientos, los mas célebres son los que nacen en los grandes desiertos i en las llanuras de poca vejetacion e inmediatas a los trópicos. En Arabia, en Persia i en el Africa setentrional, el viento del desierto es conocido con el nombre de *simoun* o *samoun* (de la palabra árabe *samm*, veneno), que sopla casi constantemente desde fines de abril hasta mediados de junio. No tiene las propiedades deletéreas que se le atribuyen vulgarmente en esos paises; pero su temperatura mui elevada (1), a causa de que el aire de esas rejiones se encuentra en contacto con un suelo árido i constantemente calentado por la accion del Sol, i la arena que el viento trasporta consigo, producen una impresion horrible en los hombres i en los animales. Cuando el viento del desierto adquiere cierta fuerza, levanta tal cantidad de arena que el cielo se oscurece, el Sol pierde su brillo, a punto de parecer mas pálido que la Luna.

---

(1) El célebre viajero suizo Burckhardt observó en Esná en 1813 durante el simoun, la temperatura de 49°4; pero solo se mantuvo un cuarto de hora. Por esta última circunstancia, ha fijado como máximo de la temperatura de ese lugar la de 47°4, que subsistió mas largo tiempo. En el desierto de Nubia se ha observado la temperatura de 54°44 a la sombra; i en el Sahara propio hasta 67°7; pero probablemente esta temperatura ha sido observada al Sol.

La evaporacion que se opera en la superficie del cuerpo seca la cútis, i la sequedad de la fáuces ocasiona una sed violenta. El agua contenida en los odres que llevan las caravanas se evapora, i los viajeros perecen de sed en medio del desierto. Los árabes se cubren la cara para impedir que la arena penetre en sus ojos o en su boca; i los camellos vuelven la cabeza al lado opuesto del viento i se recuestan con la nariz inclinada al suelo.

En el sur de Europa, es decir, en Italia, en Sicilia i en España, se conoce tambien un viento ardiente que viene del sureste, i que es llamado *sirocco* en italiano, i *solano* en español. En Palermo i en Malta se ha visto el termómetro, bajo la influencia de este viento, subir repentinamente hasta 50° (2). Miéntras sopla, los habitantes se encierran en sus casas, cierran herméticamente las puertas i las ventanas, i cuelgan en la parte de afuera frazadas mojadas. Por incómodo que sea este viento por su calor seco i devorador, no ha tenido nunca influencia sensible sobre la salud de los hombres, i algunas horas de viento fresco del norte, que de ordinario sucede al viento caliente, bastan para devolver al cuerpo todo su vigor.

8.—Los fenómenos a que dan lugar estos desequilibrios de la atmósfera son mui variados por su naturaleza, por la estension que abrazan i por su duracion. Las terribles tempestades que ajitan violentamente los mares, que destrozan las naves i causan a veces grandes estragos en las costas destruyendo los malecones i los muelles, no son mas que el resultado de esas rupturas del equilibrio producidas en la masa atmosférica por la dilatacion o la contraccion del aire, por la evaporacion o la precipitacion abundante i rápida de grandes cantidades de agua en una rejion circunscrita. Esas tempestades siguen en el espacio una línea mas o ménos curva. Abrazan frecuentemente

---

(2) Esta enorme temperatura ha sido observada en el siglo pasado por dos viajeros, el ingles Brydone en Palermo, i el frances Dolomieu en Malta, durante el *sirocco*.

una inmensa estension, recorren con una estrema rapidez muchos centenares de leguas i se detienen perdiendo poco a poco su velocidad, despues de haber señalado su paso por el mar i por los continentes con terribles estragos. Las observaciones barométricas practicadas metódicamente en un gran número de puntos a la vez, han permitido analizar estos meteoros i determinar su marcha.

Pero estos fenómenos parecen ser la última manifestacion de otros de que vamos a ocuparnos. Queremos hablar de las terribles tempestades jiratorias, conocidas con el nombre vulgar de *huracanes*, de una palabra caribe con que las designaban los indios de las Antillas. Estos torbellinos son frecuentes sobre todo en la zona de las calmas del ecuador porque el estado de equilibrio atmosférico que existe en esa zona no es estable, i la menor perturbacion en el réjimen de los vientos periódicos produce las mas peligrosas tempestades. Los primeros navegantes portugueses i españoles que los observaron, les dieron el nombre de *trabados* i de *tornados*. En los mares del Asia se los llama *tifones*. El distinguido metereolojista ingles Piddington, que los ha estudiado prolijamente, les ha dado el nombre de *ciclones*, que la ciencia ha adoptado. Este nombre está justificado por el doble movimiento de rotacion sobre sí mismos i de traslacion en línea curva, que es el carácter distintivo de estos huracanes.

Los ciclones se hacen sentir en la época del mayor calor, es decir entre julio i octubre en el hemisferio norte, i entre enero i marzo en el hemisferio sur; i diversos signos meteorolójicos los anuncian de antemano. El barómetro, cuya marcha diurna es ordinariamente mui regular en la zona intertropical, esperimenta sensibles alteraciones; las nubes toman un color rojizo i la calma reina en medio de un aire caliente. Los ciclones son previstos; pero es mui difícil evitar sus estragos. La lei principal a que obedecen es su movimiento circular, que en el hemisferio sur marcha en el mismo sentido de los punteros de un reloj, i en el hemisferio norte en sentido opuesto. Este mo-

vimiento rotatorio, que suele ser de mas de 160 quilómetros por hora, se opera al rededor de un centro, que a su vez tiene un movimiento de traslacion cuya direccion es un poco variable. Partiendo de las rejiones ecuatoriales, con una velocidad de 6 a 12 quilómetros por hora i a veces mayor, se dirije en ámbos hemisferios al oeste: pero luego se inclina hácia el norte en el hemisferio boreal i al sur en el hemisferio austral, para dirijirse en seguida al este, describiendo en ámbos casos una curva que podríamos llamar parabólica. El diámetro del círculo rotatorio es de 400 a 500 quilómetros en el oríjen del ciclon, pero se ensancha gradualmente hasta alcanzar a 1,000 i 1,500 al llegar al término de su carrera. La rapidez del movimiento de rotacion va disminuyendo mui poco a poco; en cambio, el movimiento de traslacion del ciclon, que en su principio es de 2 a 9 quilómetros por hora, se hace mas i mas rápido al alejarse de la rejion ecuatorial i alcanza a 20 i 30 quilómetros por hora. Aun se dice haberse observado un caso en que el movimiento de traslacion alcanzó a la rapidez de 50 quilómetros por hora, a la latitud norte de 49° i mayor aun hácia el setentrion. A medida que avanza por rejiones mas frias que las que le sirven de punto de partida, los vapores que contiene se condensan i resuelven en lluvias torrentosas, la electricidad se desprende en grandes corrientes, el equilibrio que existia desaparece i el meteoro estiende su base en mayores proporciones. En el centro del meteoro, reina la calma: allí no hai nubes, el sol brilla en todo su esplendor; i el observador cree que ha vuelto la tranquilidad atmosférica cuando está rodeado por todas partes por una cintura de horribles tempestades. Ese mismo centro cambia de lugar, con la marcha traslaticia del ciclon, de modo que el punto donde se creia restablecida la calma, vuelve a ser el teatro de nuevos estragos i de nuevos peligros. Los marinos que se encuentran en el centro, tratan de salvar su nave cortando ese cinturon fatal que los rodea por el lado opuesto a aquel en que se encuentra el centro de la curva que sigue el huracan en su movimiento de traslacion, mo-

vimiento que, como lo hemos indicado, la ciencia ha reconocido. Fuera del centro, la fuerza del viento es tal, que ajita el mar de una manera estraordinaria, desarraiga los árboles, destruye las habitaciones, destroza los mástiles de las naves, i con frecuencia a éstas mismas, i causa en todas partes los mas espantosos estragos. A causa del movimiento circular del aire, la presion de la atmósfera disminuye mucho en el centro del meteoro, lo que permite que las aguas del mar se eleven en ese punto a cerca de un metro de su nivel ordinario; pero, como debe comprenderse, este centro cambia sin cesar. Las devastaciones causadas por tan terrible fenómeno, alcanzan a casi todos los puntos de la gran curva que describe, hasta que el viento pierde gradualmente su fuerza i acaba por restablecerse el equilibrio atmosférico. Aun a 2,000 quilómetros fuera de esta faja recorrida por el ciclon, se hace sentir su influencia por la ajitacion del mar i de la atmósfera. La estension de esa faja suele ser enorme como veremos mas adelante.

Estas tempestades jiratorias han sido observadas principalmente en tres puntos del globo. Nacen en todos ellos en el límite interior de la zona de los vientos alísios, que, como hemos dicho, varía con las estaciones, o mas claro, a 5° de latitud sur i a 15° de latitud norte. En un punto, el oríjen se halla al oriente de las pequeñas Antillas, i el meteoro corre al noroeste pasando al norte de Puerto Rico i Haití, atraviesa las islas Lucayas, recorre la costa de los Estados Unidos hasta mas al norte del cabo Atteras, e inclinándose al noreste pasa al sur de Terranova, i alcanza en ocasiones, despues de un mes de marcha, hasta cerca de las islas Británicas, donde va a desaparecer. Este es el huracan, propiamente dicho. En el segundo punto, el meteoro nace cerca de las islas Carolinas, al noreste de la Nueva Guinea, se dirije hácia las Filipinas, pasa por el oriente de estas islas, se inclina al noreste para recorrer las costas orientales del Japon, i sigue al este, pasando bastante al sur de la península de Kamtchatka. Este es el tifon, nombre que le dan los japoneses. En el tercer punto, situado en el hemis-

ferio sur, el meteoro nace al sureste de Java, corre al sureste, se inclina al sur pasando por las islas de Borbon i de Mauricio, o cerca de ellas, i despues de describir una especie de semicírculo, se dirije hácia el sureste. Este es el llamado ciclon, nombre jenérico con que son designados todos los fenómenos de esta naturaleza. Se les ha observado, ademas, en los mares de la India i en el golfo de Bengala, donde hacen estragos horribles en la época del cambio de los monzones.

Es preciso leer en los viajeros la descripcion de una de estas horribles tempestades para formarse una idea aproximativa de su poder destructor. La mas antigua que conozco es la del cronista Gonzalo Fernandez de Oviedo, que da cuenta de dos que tuvieron lugar en la isla de Santo Domingo en los años de 1508 i 1509 (1). Es famoso el huracan de 1837 que demolió en la isla de San Tómas una fortaleza que defendía la entrada del puerto, i arrancó rocas del fondo del mar a una profundidad de 10 a 12 metros para lanzarlas a la playa. Se habla de un buque levantado del mar i destrozado en el aire en el huracan de la Guadalupe en 1825. Pero el mas terrible ciclon de los tiempos modernos es probablemente el de 10 de octubre de 1780. En las Barbadas, donde el meteoro había comenzado su terrible espiral, el viento se desencadenó con tanto furor que los habitantes, ocultos en los subterráneos, no sintieron que sus casas se desplomaban sobre sus cabezas. Allí no quedó nada en pié, ni árboles ni habitaciones. Asoló completamente la isla de Santa Lucía, causando la muerte de 6,000 habitantes sepultados bajo los escombros. Una escuadra inglesa que esta-

---

(1) Oviedo, *Historia jeneral i natural de las Indias*, lib. VI, cap. III. Esta descripcion es digna de leerse para ver cómo se esplica el cronista los cambios efectuados en la direccion del viento. Aunque Oviedo creia que estos meteoros no se repetirian con mucha frecuencia en lo sucesivo, el astrónomo Poey, director del observatorio de la Habana, ha señalado 365 huracanes ocurridos en las Antillas desde 1493 hasta 1855. Andres Poey. *Table chronologique des 400 cyclones qui ont sévi dans les Indes occidentales et dans l'océan Atlantique nord* (1493-1855), un opúsculo en 8.º, Paris, 1864.

ba fondeada allí desapareció completamente. En la Martinica fueron arrasadas varias poblaciones con pérdida de 9,000 hombres, i desaparecieron mas de 40 naves francesas que tenian a su bordo 4,000 soldados. La Domínica, San Eustaquio, San Vicente i Puerto Rico fueron igualmente devastados con pérdidas de muchos buques. Al norte de las Bermudas, cuando ya el huracan había perdido alguna fuerza, causó todavía grandes estragos en una flota inglesa que volvía a Europa.

Los grandes progresos de la meteorolojía i de la navegacion han hecho en nuestro tiempo, a lo ménos en el mar, mucho ménos peligrosos los ciclones. Instruido por el aspecto del cielo i del mar, así como por las oscilaciones del barómetro, un marino intelijente ve mas allá de su horizonte la tempestad que se acerca, i puede tomar sus medidas para evitarla o para utilizarla. «Para un buque de vapor, si es bien dirijido, no hai huracan posible.» Un capitán advertido, puede sacar su nave del camino que debe recorrer el meteoro, o acercarse a él si los vientos de la tempestad pueden favorecer su viaje. Así, pues, el huracan terror de los navegantes de otro tiempo, es en nuestros dias, en ciertas ocasiones, un poderoso ausiliar de la navegacion.

Aunque este fenómeno es bastante conocido en su desarrollo i en sus efectos, i aunque se sabe que es producido por el encuentro de dos corrientes de vientos contrarios, se discute todavía acerca de las circunstancias del choque i del nacimiento del huracan. El meteorolojista aleman Dove ha propuesto una teoría que, aunque circunscrita a los huracanes que se observan en el Atlántico, puede aplicarse a todos los ciclones. Cuando en los desiertos del Asia i del Africa, dice, se elevan a los espacios superiores enormes cantidades de aire caliente, esas masas aéreas dilatadas deben estenderse lateralmente. Las que son arrastradas en la direccion del oeste, contraria a la del movimiento del planeta, encuentran la contra-corriente de los vientos alísios. Resulta un conflicto entre los dos rios atmosféricos: un torbellino de aire se propaga en espirales en la di-

reccion del noroeste, que es la resultante de dos fuerzas opuestas. Al mismo tiempo, la masa jiratoria, buscando una salida, desciende oblícuamente hácia la superficie del mar, i comprimida a la derecha por el soplo de los alísios, continúa marchando hácia el noroeste. Llegado mas arriba de los trópicos, el huracan no se encuentra ya bajo la presion de los vientos alísios: tiene delante de sí un camino libre; i bajo la influencia del movimiento de la rotacion terrestre, se repliega formando una curva en la direccion del norte, i despues en la del noreste. Al mismo tiempo, la tormenta que acaba de entrar en la zona templada, ensancha gradualmente el diámetro de sus espirales, i por consiguiente pierde su violencia a medida que avanza hácia el polo. Así se esplica que el mismo viento que acaba de arrasar una ciudad en las Antillas i de destrozar las naves como juguetes, se limita de ordinario, cuando llega a las costas de Irlanda, a desarraigar algunos árboles, i a trastornar algunas piedras mal adheridas. Un célebre astrónomo frances, M. Faye, ha completado i modificado en parte las teorias recibidas, sosteniendo que los ciclones, que llevan a las latitudes mas lejanas las lluvias i las tempestades, no tienen el movimiento ascendente que se les atribuía (1).

Se comprenderá mejor este movimiento rotatorio de los huracanes recordando un fenómeno de una intensidad infinitamente menor, pero que presenta alguna analojía por sus movimientos. Cuando dos vientos opuestos se encuentran en su marcha, el aire toma en el momento del choque una forma circular o cilíndrica, levanta el polvo, las hojas de árboles i las otras materias lijeras que encuentra en su paso i las hace circular, al mismo tiempo que la columna avanza con mas o ménos rapidez. Estos fenómenos, llamados *torbellinos*, no ofre-

(1) En la imposibilidad de esponer aquí toda la teoría de M. Faye, debemos decir que ella está consignada en dos importantes estudios publicados en el *Annuaire du bureau de longitudes* de Paris correspondiente a los años de 1875 i 1877.

cen ningún peligro cuando se desarrollan en una pequeña escala; pero en los valles de las montañas suelen tomar fuerzas considerables.

Al mismo jénero de meteoros pertenecen las *trompas* o *trombas,* fenómenos de poca importancia cuando se les compara a los ciclones, pero que, como ellos, son debidos al encuentro de dos masas de aire mas o ménos considerables que vienen a chocarse oblícuamente. En los ciclones, la causa que los produce es la lucha de dos vientos regulares, i por lo tanto su movimiento jiratorio es invariable para cada hemisferio. En las trombas, nacidas del conflicto de las corrientes de aire normales o variables, se observa que circulan en diversos sentidos, i que su rumbo se inclina en todas direcciones. Tienen, en jeneral, la forma de conos invertidos que parecen pender de las nubes i recorren grandes distancias levantando el polvo, las arenas, i muchas veces los fragmentos de piedras que hallan en su paso, de tal manera que oscurecen el aire en las rejiones que recorren. En su seno arrastran igualmente los insectos del campo, i con frecuencia se han visto trombas que han trasportado a grandes distancias enormes cantidades de langostas. En su movimiento jiratorio, destrozan los árboles retorciendo su follaje, i algunas de ellas destruyen las habitaciones que encuentran en su camino. Es famosa, entre otras, una tromba que el 19 de agosto de 1845 recorrió una parte de la Normandía, en Francia, abriéndose camino por entre los árboles, que echaba al suelo moliéndolos, destrozó tres grandes fábricas, causando la muerte de centenares de trabajadores, i se retiró llevando consigo objetos de toda especie que fué a arrojar a una gran distancia.

En el mar, las trombas ajitan la superficie de las aguas i las levantan como el polvo de los campos, formando columnas líquidas que, jirando sobre sí mismas, recorren la superficie en varias direcciones. En su pié se forma una especie de zócalo de espuma , resultado de la ajitacion de las aguas, que contribuye a dar al meteoro un aspecto de grandiosa belleza.

Los marinos, para evitar el encuentro peligroso de la tromba, hacen descargas de artillería, a fin de que las vibraciones del aire hagan desaparecer el desequilibrio atmosférico, o disparan cañonazos contra la columna líquida, a fin de cortarla con las balas. Es probable que estos medios sean mui poco eficaces contra las grandes trombas.

Según los trabajos de algunos físicos, estos meteoros no tienen nada de común con los torbellinos de vientos producidos por dos corrientes que se encuentran, sino que son debidos a una tension eléctrica estraordinaria de las nubes. Es menester decir, sin embargo, que estos fenómenos mui poco frecuentes, han sido por esto mismo poco observados, i que la meteorolojía no ha podido estudiarlos i esplicarlos completamente.

9.—Al hablar de las aguas continentales hemos tenido necesidad de decir algo de la evaporacion, de las nubes, de las nieves i de las lluvias; pero éste es el lugar de dar a conocer mas detenidamente estos fenómenos.

La evaporacion es la transformacion en vapor de los líquidos o de la humedad de que están impregnados los cuerpos. Este fenómeno tan constante, que desempeña en la naturaleza un papel importantísimo en la formacion de las nubes, de las nieves i de las lluvias, se opera en todas las temperaturas, i aun el hielo i la nieve sufren pérdidas por la influencia de la evaporacion. El vapor no tiene una tension suficiente para vencer la pesantez del aire atmosférico, i por eso se mezcla con él de la misma manera que dos gases de densidad disigual se mezclan entre sí. La evaporacion de los líquidos, lenta por su naturaleza, se hace con mas o ménos rapidez segun las circunstancias en que se opera. La cantidad de agua que se evapora, aumenta con la temperatura, por el exceso de tension que el calor comunica al vapor formado. Es tambien mayor cuando la superficie que da lugar a la evaporacion es mas estensa. El fenómeno se produce con mayor rapidez cuando las capas de aire en contacto con la superficie del agua o del cuepo húmedo, están ménos cargadas de vapor; la evaporacion será nula si el aire se encuentra completamente saturado de humedad; será mui rápida si el aire es-

tá perfectamente seco. Por esta misma razon, la ajitacion del aire favorece poderosamente la evaporacion, porque cuando el aire está en calma, las mismas capas quedan largo tiempo en contacto con la superficie líquida i se saturan prontamente. Por el contrario, cuando se renuevan rápidamente, el líquido se encuentra a cada rato en contacto con el aire no saturado de vapor. De esta breve esplicacion resulta que la evaporacion será mayor en las rejiones mas ardientes, i que los vientos, renovando sin cesar las capas de aire, la aceleran considerablemente.

El aire contiene siempre vapor de agua en mayor o menor cantidad. Su accion se manifiesta de varios modos; pero sucede siempre que cuando el aire está mui cargado de vapor, éste pasa fácilmente al estado líquido. Se da el nombre de *rocío* a las gotitas de agua que se encuentran sobre la mayor parte de los cuerpos espuestos al aire despues de las noches tranquilas i serenas. Este fenómeno, producido siempre cuando el cielo está despejado de nubes, ha sido objeto de las hipótesis mas singulares de los físicos antiguos. Los alquimistas de la edad media lo recojian cuidadosamente creyendo que era una exudacion de los astros, que podia servirles para encontrar el oro. Un médico ingles, el doctor Wells, demostró por esperimentos concluyentes cuáles eran las causas de su produccion. El rocío no cae del cielo, como se cree vulgarmente. Se produccion no tiene nada de comun con la lluvia, i se verifica en el lugar mismo en que se observa.

Cuando el Sol se pone, todos los cuerpos que se encuentran en la superficie de la Tierra, i la Tierra misma, dejan de recibir el calor solar, irradian a su turno el calor que han recibido i se enfrian considerablemente. Por consiguiente, todos los cuerpos que no están abrigados, se enfrian mas que el aire. Esta irradiacion no es igual en todos los cuerpos. Es mui fuerte, por ejemplo, la del vidrio, i mui débil la de los metales. La yerba de un prado, un copo de algodón o de lana, u otros cuerpos filamentosos, esperimentan durante una noche serena una

baja de temperatura de 6 i 7 grados sobre el aire que los rodea. El vapor de agua contenido en el aire, se condensa entónces al contacto de los cuerpos que se han enfriado, i se deposita sobre ellos bajo la forma de gotitas. Es el mismo efecto que se produce dentro de una pieza cuando se coloca en ella un vaso con hielo: el vapor atmosférico se condensa al contacto de las paredes enfriadas del vaso. Se sabe que las noches en que hai mucho rocío son bastante frias; pero debe notarse que el frio es la causa de la formacion del rocío, i nó una consecuencia de él, como se cree vulgarmente. El rocío se deposita en mayor cantidad en la primavera i el otoño que en el verano; i esto se comprende mejor si se toma en cuenta que en estas estaciones es cuando se nota mayor diferencia entre la temperatura del dia i de la noche. Cuando el cielo está cubierto de nubes, el rocío no es sensible porque las nubes hacen el oficio de un techo que se opone a la irradiacion, i por consiguiente al descenso de la temperatura. Un toldo de tela o de papel, i hasta el humo de una fogata basta para producir el mismo efecto. El rocío es mas abundante en campo raso que en las ciudades, como es mayor en un prado de yerbas, o en un monton de lana o de algodon, que en un cuerpo mas sólido, una tabla por ejemplo; i será mayor en la tabla que en una plancha de fierro, a ménos que siendo ésta mui delgada, pierda fácilmente su calor. En las costas, donde el aire es mui húmedo, se observan abundantes rocíos; pero donde existen grandes desiertos, como en Africa i en Asia, que no suministran vapor de agua al aire, el rocío es casi desconocido. En cambio, en la mayor parte de la rejiones tropicales en que el aire se satura de vapor hasta contener 30 gramos de agua por cada metro cúbico, el rocío es abundante i benéfico. Donde las lluvias son raras o no caen nunca, como sucede en la costa del Perú, el rocío de cada noche alimenta la vejetacion casi tanto como la misma lluvia.

Del mismo modo que el rocío, se forma la *helada* o *escarcha*. Cuando la temperatura de los cuerpos, por las causas que dejamos indicadas, baja de cero, la humedad del aire pasa al

estado sólido, sin pasar por el estado líquido, i forma una capa de hielo esponjoso, cuyo espesor es mas o ménos considerable.

En los climas mas frios que el nuestro se conoce ademas otra especie de escarcha, que los meteorolojistas franceses llaman *verglas*. La causa que la produce es diferente: sucede muchas veces que despues de la lluvia, i aun miéntras llueve, cuando el suelo tiene una temperatura mui baja, el agua que cae se conjela inmediatamente, tomando formas diferentes. Los árboles, sobre todo, presentan un aspecto mui pintoresco porque se ven cubiertos de esflorescencias cristalinas.

Debemos tambien mencionar aquí el *sereno*, fenómeno mui poco conocido en nuestro clima. Se designa con este nombre una precipitacion de agua bajo la forma de lluvia mui fina sin que haya apariencia de nubes. Este fenómeno se produce en jeneral en la época de los grandes calores al ponerse el Sol, sobre todo en los valles, las llanuras bajas i a poca distancia de los lagos o de los rios. Es debido al enfriamiento de las capas poco elevadas de la atmósfera que contienen mas agua que la que se necesita para saturar el aire. Las gotitas de agua no pueden evaporarse al caer a causa de su corto trayecto i de la saturacion de las capas inferiores.

10.—Cuando una masa de aire pasa el punto de saturacion, cierta parte del vapor se condensa en gotitas blanquizcas, tan sumamente pequeñas, que seria necesario reunir 25 o 30 para que el diámetro de todas formase un milímetro; pero que por su abundancia, cubren a veces completamente los objetos i no dejan pasar mas que una débil luz. Esos globulillos constituyen las *nubes* i las *neblinas*. Estas dos palabras designan en realidad un solo fenómeno: la diferencia consiste en que las neblinas permanecen cerca de la superficie del suelo, i las nubes flotan en las rejiones superiores de la atmósfera.

Las neblinas se forman sobre todo durante las noches a causa del enfriamiento de la atmósfera: frecuentemente se las ve elevarse aun durante la tarde, de la superficie de los terrenos pantanosos, de las praderas húmedas, del cauce de los rios o de

los lagos. Al revés de lo que sucede en la formacion del rocío i de la escarcha, el suelo húmedo está mas caliente que el aire, i los vapores que se forman se hacen visibles por la misma razon que se ve el aliento del hombre i de los animales cuando la temperatura está mui fria. Son frecuentes en paises húmedos, como la Holanda, la Gran Bretaña, Lóndres, sobre todo, i algunos puntos de la Francia. Son a veces tan espesas, que en algunas ciudades oscurecen tanto la luz del dia, que es necesario mantener constantemente encendido el alumbrado como durante la noche, i aun así la oscuridad es terrible i abrumadora, porque la luz artificial no se trasmite mas que a una corta distancia. En el mar, en las altas latitudes, sobre todo, cuando el aire es mas frio que el agua, como sucede en los puntos por donde circula una corriente marina calentada, las neblinas, llamadas *brumas* por los marinos, constituyen uno de los mas terribles peligros de la navegacion. Abrazan en ciertos lugares vastas estensiones; i las naves que no pueden distinguir las señales, suelen chocarse entre sí causando su destruccion i la pérdida de las tripulaciones.

En otras ocasiones, las neblinas son formadas por causas que pueden llamarse accidentales. En el momento del deshielo, cuando un viento templado se enfria casi de repente al contacto del suelo helado o de una escarcha, vemos formarse una neblina mui fria que desaparece en pocas horas, o que se eleva en forma de nubes. Este fenómeno es frecuente en Chile, donde se le conoce con el nombre vulgar de *subida de la helada.* El viento tibio del norte acelera el deshielo; pero el viento se enfria, i este enfriamiento es causa de que los vapores que trae el viento, se condensen i se conviertan en neblinas o nubes que suelen resolverse en lluvias.

Sucede a veces que la neblina esparece un olor nitroso o sulfuroso, o bien, segun la espresion vulgar, tiene un olor a *quemado.* La causa de este fenómeno, sobre el cual se ha disertado mucho, parece resultar, sea de erupciones volcánicas, sea de la

combustion de vastos depósitos de turba en las comarcas del norte de la Europa. Estas neblinas impregnadas de mal olor, son, pues, una mezcla de vapores verdaderos, de cenizas mui pulverizadas i de humo de turba.

Es menester no confundir con la neblina propiamente dicha lo que impropiamente se llama *neblina seca*. Segun la juiciosa observacion de Kaemtz, hai una verdadera contradiccion en asociar estos dos términos. El fenómeno atmosférico designado con el nombre de neblina seca, es simplemente el humo mas o ménos mezclado de ceniza, pero sin mezcla apreciable de vapor. Se cita particularmente la neblina seca de 1782 que cubrió casi toda la Europa. Coincidió con una inmensa erupcion volcánica en Islandia i con el incendio de vastos depósitos de turba en las llanuras inmediatas al mar Báltico i al mar del Norte. El mismo fenómeno ha sido observado en idénticas circunstacias, aunque en una escala mucho menor, en 1822 i en 1834, en Francia i en Inglaterra. En mnchos países de Europa, donde el fenómeno de la neblina seca se muestra rara vez, se le atribuyen sin fundamento alguno, perniciosos efectos sobre las cosechas i los ganados; pero en Béljica, donde son frecuentes, no infunden tales temores.

Sucede algunas veces en el Canadá, que de repente i en medio del dia, una profunda oscuridad envuelve todo el horizonte. El Sol aparece teñido de un color rojo de sangre; i si hai intervalos entre las nubes, dejan ver el fondo del cielo con un negro intenso. En la América del norte se da a este fenómeno el nombre de *tinieblas del Canadá*. Todo hace creer que este fenómeno es de la misma naturaleza que las neblinas secas observadas en Europa, i que proviene, sea de la erupcion de algun volcan desconocido, sea del incendio de vastas selvas.

Las nubes propiamente dichas son, como dijimos, neblinas que en vez de quedar adheridas al suelo, flotan en las alturas mas o ménos elevadas. ¿Cuál es la causa de que esos vapores suban así a los espacios i se interpongan en forma de bóveda entre la Tierra i la inmensidad de los cielos? Las esplicaciones

que se han dado de este fenómeno no bastan para resolver todas las dudas. Seguramente, la suspension de las nubes es debida a muchas causas, como corrientes ascendentes que reinan durante el dia, puesto que se ve con frecuencia que algunas nubes se elevan en el dia i bajan en la noche; como el viento que arrastra esas gotitas o vejículas horizontalmente le impide su caida; i aun la evaporacion en las capas inferiores del aire que las disuelve ántes que caigan a la tierra. El célebre meteorolojista Kaemtz no acepta la esplicacion que por tanto tiempo se ha creido tan natural, de que las vejículas de agua están llenas de un gas mas liviano que el aire, como los globos de jabon que vemos elevarse en la atmósfera. La altura de esas capas de vapor es mui variable, como es fácil observar en los países montañosos, donde a veces se muestran mas arriba de las cimas mas altas, i a veces tambien las cubren hasta la mayor parte de su masa. El astrónomo frances Liais ha observado nubes situadas a cerca de doce quilómetros de la tierra. Su espesor es igualmente mui variable. En 1850, dos físicos franceses, Barral i Bixio, hallaron en su espedición aeronáutica una capa de cerca de cinco mil metros; pero de ordinario, no pasan de quinientos metros.

La clasificacion de las nubes por su apariencia esterior parece imposible, vista la gran variedad de formas que afectan; sin embargo un célebre meteorolojista inglés, Howard, las ha agrupado en cuatro clases distintas, i la ciencia ha adoptado esta clasificacion. Los *cirrus*, llamados por los marinos colas de gatos, son nubes lijeras i diáfanas que, como lo indica su nombre latino, se asemejan a mechas de cabellos mas o ménos crespos o a haces de largos filamentos, i dispuestos en bandas paralelas de sur a norte, aunque no siempre rectas, i están situadas a una grande altura. Se cree que son formadas por partículas de hielo o copos de nieve constituidos por el frio de las altas rejiones de la atmósfera, i se ha observado que casi siempre anuncian cambio de tiempo. Los *estratus* (de una palabra latina que significa lecho) forman en el horizonte bandas anchas i largas, de

color de humo i de contornos vagos. Pueden ser bastante espesas i estensas; pero no producen la lluvia. Los *nimbus* son montones de nubes oscuras i densas, de bordes disparejos que ocupan capas de aire poco elevadas, que tienen un calor bastante uniforme i que a veces marchan con lentitud i otras con gran rapidez. Anuncian la lluvia i el mal tiempo; i una nube cualquiera al resolverse en lluvia, toma la forma de nimbus. Los *cumulus* son las nubes del buen tiempo: su blancura que contrasta con el azul del cielo, sus formas redondeadas en la parte superior, sus contornos bien definidos, las hacen perfectamente reconocibles. Acumuladas en el horizonte, toman de ordinario la apariencia de las altas montañas nevadas; pero cuando se las ve estenderse en forma de capas i tomar un color oscuro, debe temerse la lluvia.

Aunque estas formas predominan siempre, las nubes suelen tomar otras en que se combinan los caractéres indicados. Sus colores suelen tambien cambiar mucho; i a la salida i a la entrada del Sol se les vé tomar el color rojo. Este fenómeno, llamado *arreboles*, es producido por la preponderancia de los colores rojos del espectro solar, que como veremos mas adelante, se hacen sentir particularmente cuando el astro está en el horizonte, i alumbra entónces la parte inferior de las nubes, es decir, la que está enfrente de nosotros.

Aunque las nubes pueden formarse a cualquiera hora del dia es más comun que esto suceda por la mañana i a la tarde, esto es, poco ántes i poco despues de salir i de ponerse el Sol. Por el contrario, se disuelven comunmente en las horas opuestas. A medio dia, los rayos del Sol las disuelven fácilmente: por la noche producen el mismo resultado las corrientes superiores creadas por la ascension de masas de aire calentadas cerca de la superficie de la Tierra.

La distribucion de las nubes en las diferentes rejiones del globo, es conocida por observaciones incompletas que no permiten deducir leyes jenerales. Pero en la zona de las calmas ecuatoriales se observa casi constantemente un enjambre

de nubes que se estienden al rededor de la tierra como un anillo (los ingleses lo llaman *cloud ring*, anillo de nubes), que segun las estaciones se trasportan del norte al sur o del sur al norte sin salir de ciertos límites. Maury, dando a este fenómeno una importancia que no puede tener, ha creido ver algo semejante a los anillos de Saturno.

11.—Cuando las vejículas de que se compone una nube se hacen mayores, se juntan i se transforman en gotas; i cuando la temperatura disminuye, caen sobre el suelo en virtud de su propio peso, i constituyen lo que se llama la *lluvia*. La lluvia es, pues, la precipitacion del vapor acuoso que constituye las nubes. Para que ese vapor se precipite, es decir, forme gotitas de agua que por su propio peso caigan al través de la atmósfera i produzcan la lluvia, es menester que el estado molecular de la nube sea modificado por una causa esterior. Esta modificacion es producida por la influencia de las nubes superiores, o cirrus. Los aereonáutas han observado que cuando un cielo completamente cubierto de nubes produce lluvia, hai siempre una capa semejante de nubes situada mas arriba, a cierta altura; i que, por el contrario, cuando no llueve aunque el cielo presente por su parte inferior la misma apariencia, el espacio en la parte superior está despejado en toda su estension, i el Sol baña con su luz la nube acuosa. Se estimará mejor esta observacion recordando que la precipitacion de la lluvia va acompañada de una oscuridad que solo se esplica con la presencia de dos capas de nubes.

Si las gotitas de agua que forman la lluvia atraviesan capas de aire mui secas, su superficie se evapora sin cesar, se hacen mui pequeñas, i cae ménos lluvia en el suelo que a cierta altura. Puede suceder aun que la lluvia no alcance a la Tierra, i que se disuelva enteramente en el aire. Pero de ordinario, en lugar de disminuir, las gotas de lluvia acrecen en su caida, condensando en su superficie el vapor de agua que encuentran. Algunas veces aun, la lluvia cae sin que haya apariencia de nubes en el cielo, esto es, los vapores suspendidos en la atmós-

fera se condensan en agua sin pasar por el estado intermediario de nube i caen al suelo en gruesos goterones. En Chile puede observarse en algunas ocasiones este fenómeno: Humboldt cita muchos casos observados por él en los trópicos; i Kaemtz dice que estas lluvias no son raras. Se producen cuando el equilibrio de las rejiones superiores de la atmósfera está violentamente perturbado, i cuando los vientos frios del polo se encuentran con las corrientes que vienen del ecuador.

Siendo el calor la causa de la evaporacion, se comprende que la cantidad de lluvia debe ser mui diferente en las diversas partes de la superficie del globo, i que por regla jeneral debe disminuir del ecuador a los polos. En efecto, las observaciones practicadas con el pluviómetro dan los resultados siguientes como cifras de la lluvia anual en cada país:

Haití	3.81	metros
Bombay	2.35	»
Habana	2.32	»
Calcuta	1.93	»
Nueva Orleans	1.27	»
Valle del Ródano	0.78	»
Francia setentrional	0.65	»
San Petersburgo	0.40	»
Uleaborg (Laponia)	0.23	»

Debemos observar, sin embargo, que esta primera lei sufre muchas modificaciones por las circuntancias especiales de ciertas localidades, como tendremos ocasion de manifestarlo mas adelante. Pero debemos recordar desde luego que en América, a causa de la configuracion especial del continente, llueve mucho mas que en el viejo mundo.

La segunda lei que se ha observado en la proporcion de las lluvias es su disminucion segun la distancia del mar, medida sobre la direccion de los vientos reinantes. Es fácil comprender que las nubes que se forman de la evaporacion en el

océano, no pueden volver a formarse en el interior de los continentes despues que han vaciado sus aguas. Así se ve en Europa que la contra-corriente de los alísios, arrastrando las nubes en direccion del suroeste al noroeste distribuye las lluvias en éste órden: 1.23 metro en Bayona: 0.45 en Viena; i solo 0.20 en Siberia.

La tercera lei depende del relieve del suelo. Las altas montañas detienen mas largo tiempo las nubes saturadas de humedad, i el encuentro de corrientes de desigual temperatura, precipita allí una lluvia mas copiosa que en las llanuras. En Jinebra, al pie de los Alpes, la cantidad anual de lluvia es de ochocientos veinticinco milímetros, i en la garganta del gran San Bernardo alcanza a dos metros.

De todos modos, la primera lei es la mas jeneral, es decir, la mayor cantidad de lluvias cae en la rejion intertropical.

Entre los trópicos, las lluvias están sometidas a una periodicidad anual mui regular. Como lo observa Humboldt, la dilatacion del aire en el punto en que está el Sol, atrae una corriente atmosférica fria que da lugar a la abundante precipitacion de la lluvia. Así sucede que cuando el Sol está al norte del ecuador, reina la estacion de las lluvias en la zona tropical del norte; i que cuando pasa al sur de la línea equinoccial, llueve en la zona tropical del sur. Resulta de aquí que en los trópicos la mitad del año es estremadamente seca, i la otra estremadamente húmeda: el cambio de estacion se opera en los equinoccios. Sin embargo en los paises situados entre los paralelos 5 i 10, tanto al norte como al sur, hai dos estaciones lluviosas i dos estaciones secas. La primera estacion húmeda tiene lugar cuando el Sol pasa por el zenit en su marcha hácia el trópico mas vecino, i la segunda a su vuelta; pero en ésta última, las lluvias son ménos abundantes i de mas corta duracion. Aunque la cantidad de agua que cae entre los trópicos en un solo mes sea mayor que la cantidad total que cae en las rejiones templadas, el número de dias lluviosos en el año aumenta con la latitud, de tal suerte que la zona en que cae mas

agua es aquella en que hai ménos dias de lluvia. Ademas debemos advertir que entre los trópicos, la lluvia no cae sin interrupcion durante la estacion húmeda. En jeneral, el tiempo está sereno al salir el Sol; a las diez de la mañana se nubla; a medio dia comienza a llover; i despues de un aguacero copiosísimo, de cuatro o cinco horas, las nubes se disipan al ponerse el Sol, i la noche es pefectamente serena: son mui raros los dias en que llueve todo el dia sin interrupcion. Se ha observado tambien que en ninguna parte las gotas de lluvia son mas grandes que en la zona tórrida.

Dada esta regla jeneral, es fácil decir en qué época del año llueve en un lugar cualquiera que está situado en la zona tórrida. Basta saber la posicion de ese lugar i el mes del año en que tiene el Sol en el zenit. Así, por ejnmplo, en el sur del Perú i en Bolivia lloverá de diciembre a febrero. Debe, sin embargo, observarse que en las grandes alturas situadas cerca de la línea equinoccial, no llueve solo en las dos épocas del año en que tiene el Sol en el zenit, sino casi todo el año, como se observa en Bogotá, i mas aun en otros lugares mas elevados.

En el mar, en la rejion de los vientos alísios, llueve rara vez; pero en la zona estrecha que separa dichos vientos, i que se llama de las calmas, llueve casi continuamente. En toda la rejion en que reinan los monzones, estos vientos producen las lluvias periódicas. Miéntras sopla el monzon de suroeste, esto es, de abril a octubre las costas occidentales se hallan en la estacion de las lluvias; miéntras que las costas orientales tienen su estacion lluviosa durante los otros seis meses, cuando reina el monzon de noreste.

Como hemos visto, es raro que entre los trópicos llueva durante la noche, i se pasan meses sin que caiga una gota de agua. En la zona templada, por el contrario, llueve alternativamente de dia i de noche i en todas las estaciones, si bien en algunas mas que en otras. Bajo este aspecto, los paises templados pueden dividirse en muchas rejiones, segun que las lluvias sean mas abundantes en tal o cual estacion. Pertenecerán a la

estacion de las lluvias invernales la costa del norte del Africa, las islas de Madera, la parte meridional de España, de Portugal i de Italia, la Sicilia, la Gresia i la parte noroeste del Asia; porque aunque en estos paises suele llover en todas las estaciones, las lluvias abundan, sobre todo en el invierno. La rejion de las lluvias de otoño comprende toda la Europa meridional al sur de los Cárpatos, el oeste de la Francia, el delta del Rhin las islas Británicas i la parte occidental i setentrional de la Escandinavia: en todos estos paises las lluvias son mas frecuentes en el otoño que en las demas estaciones. A la rejion de las lluvias de verano pertenecen el este de la Francia, la Béljica, la Holanda (con escepcion del delta del Rhin), el norte de la Suiza, toda la Alemania i la Europa central al norte de los Cárpatos, la Dinamarca, la Escandinavia meridional i las vastas comarcas situadas al otro lado de los montes Urales, donde las lluvias son mui raras en el invierno. En la primavera cae en todas las rejiones del viejo mundo cerca de la quinta parte de la lluvia anual.

En América, el invierno es la estacion de las lluvias para Chile i la parte suroeste del continente. En esta última rejion, es verdad, las lluvias son abundantes en todas las estaciones del año, pero lo son mas en el invierno. Por el contrario, el verano es la estacion mas lluviosa para los paises situados al este de la cordillera. En la Tierra del Fuego, i las rejiones inmediatas, la lluvia i la nieve caen casi todo el año; pero la cantidad total de lluvia es ménos considerable que a la altura de 40 grados. En la América setentrional, llueve en todas las estaciones; i se ha observado que en la isla de Sitka o Baranov, al norte del continente, llueve casi contínuamente, de tal manera que no se cuentan al año mas de cuarenta dias de buen tiempo.

El Africa austral i la Nueva Holanda tienen la estacion de las lluvias en el invierno.

En jeneral, en las rejiones polares las lluvias se confunden con las nevadas i caen con mayor abundancia en la estacion en que están privadas del Sol.

Todas las anomalías que se notan en la distribucion de las lluvias en las rejiones templadas se esplican por diversas causas que pueden llamarse locales. En las costas templadas por una corriente oceánica de temperatura algo elevada, la lluvia es mayor por la mayor evaporacion, como sucede en Inglaterra, que recibe la influencia de la corriente del golfo. Los vientos reinantes tienen tambien una influencia decisiva. Así, por ejemplo, la República Arjentina que recorren los vientos templados del este, tiene mas lluvias durante el verano; miéntras que en Chile, en donde la cordillera de los Andes opone una barrera insubsanable a esos vientos, las lluvias de verano son casi desconocidas, a lo ménos en la parte norte i central.

Estas causas jenerales no bastan para esplicar todos los fenómenos meteorolójicos observados en un lugar dado. Hai ademas influencias accidentales, conocidas unas, desconocidas i casi impenetrables las otras. Hemos mencionado las lluvias perpétuas del cabo de Hornos i de la isla de Sitka. En el Indostan, en la falda occidental de los Gates, a la altura de cerca de 1,400 metros, por los 18 grados de latitud norte, la cantidad anual de lluvias se eleva a metros 7.67; i en una cadena de montañas que corre de este a oeste al norte de Calcuta (los Garrows) a una altura igual, se han observado metros 14.80. En la pequeña isla de Guadalupe, en las Antillas, alcanza a metros 7.26. En cambio, en la costa vecina de Cumaná las lluvias son bastante raras. Igual cosa sucede en el distrito de Cañar, en la provincia de Cuenca, en el Ecuador: miéntras que en la república de Colombia, en toda la costa del Pacífico, en el interior del Chocó i en el Darien, no hai estacion seca i llueve casi todo el año.

Ademas, la superficie del globo ofrece vastas rejiones en que no llueve jamas, o en que las lluvias constituyen un fenómeno sumamente raro. La zona sin lluvias mas estensa que existe en el mundo, se estiende desde las fronteras de Marruecos, atraviesa el gran desierto de Sahara, el Ejipto, las costas bajas de Arabia, de la Persia i una parte de Belutchistan, comprendien-

do 80 grados de largo sobre 17 de ancho. El desierto de Cobi i una parte de la Mongolia forman una estensa rejion en que la lluvia es desconocida. En el nuevo mundo, las rejiones sin lluvia son una parte de la meseta de Méjico, Sonora i las provincias inmediatas que se estienden al norte, una parte de Guatemala, i toda la comarca occidental de los Andes, desde el grado 8 hasta el 25 de latitud meridional, que comprende el territorio de la costa del Perú i el desierto de Atacama. Los Andes sirven aquí de reparo contra los vientos calientes del este, que producirian la lluvia sin esa barrera. El Africa austral i toda la porcion de la Australia que está situada al sur del trópico, esperimentan considerables sequías; pero son periódicas, es decir, ocurren despues de un cierto número de años lluvisosos, i duran dos o tres. En las pampas arjentinas, las sequías causan efectos espantosos; pero de ordinario solo duran dos o tres meses a lo mas.

La ciencia ha destruido muchas preocupaciones sobre lluvias maravillosas, esplicando la causa de unas i probando que otras no han existido jamás. Así, las lluvias de cenizas que se han observado a veces en ciertos lugares, se esplica por las erupciones volcánicas, cuyas materias trasportan los vientos a grandes distancias; i las de arenas que se observan en las inmediaciones de las Islas Canarias i del Cabo Verde no son mas que el resultado de los vientos que soplan en el desierto de Sahara. Las lluvias denominadas de azufre no son otra cosa que cantidades considerables de pólen de ciertas plantas, de los pinos principalmente, arrastradas por los vientos.

A veces las aguas que caen del cielo tienen un color propio, en ocasiones rojizo, otras blanquizco. Estos fenómenos, mucho ménos raro de lo que puede parecer, i de que se encuentran frecuentes recuerdos en la historia, han merecido el nombre de lluvias de sangre i de leche. Su oríjen no puede esplicarse sino por la accion de una ráfaga de viento que arrastrando un polvo de tierras gredosas (rojas), o cretáceas (blancas), va a llevarlo a lo léjos hasta la nube que está próxima a resolverse en

lluvia, produciendo el coloreamiento del agua que cae. Los vientos arrastran tambien consigo grandes cantidades de langostas, avispas, e insectos de diversas especies, que van a depositar a otra parte como una verdadera lluvia, dando oríjen a la creencia vulgar de lluvias de insectos. Las llamadas lluvias de sapos i de ranas tienen otro oríjen. No es probable que el viento arrastre estos animales i vaya a depositarlos a lo léjos, i en efecto no se les ve caer sino aparecer despues de la lluvia. Esas apariciones de sapos i ranas son debidas a que estos animales salen de sus escondites despues de las borrascas de verano, cubren el suelo i se dejan ver por todas partes.

Los datos recojidos hasta ahora no bastan para fijar un término medio de las aguas de lluvia que cada año caen sobre la Tierra. El célebre jeógrafo ingles Keith Johnston cree que en los países situados al sur del ecuador caen 65 centímetros de agua por año i 95 en el hemisferio del norte. El meteorolojista Maury la aprecia en mucho mas. «Se estima, dice, en metros 1.5 la altura de la lluvia que cada año cae por término medio en la superficie de nuestro globo. Así, pues, añade, quitar al océano cada año bajo la forma de vapor la cantidad de agua necesaria para cubrir la Tierra con una capa esférica de 1.5 metros de espesor, trasportar este vapor de agua de una zona a otra, precipitarlo en seguida bajo diversas formas en puntos determinados, en las épocas en que se necesita i en proporciones convenientes: tales son las funciones de la gran máquina atmosférica. El agua evaporada de este modo sale principalmente de la zona tórrida: allí la atmósfera debe absorber una masa líquida de 5 metros de espesor i de 3,000 millas marinas de ancho, sobre un largo de 24,000 millas, elevarla a la altura de las nubes i, en fin, precipitarla a la superficie de la Tierra; i debe ejecutar cada año este trabajo que confunde la imajinacion i que se verifica sin que jamas tenga lugar el menor desarreglo en el conjunto de funciones tan complejas» (1).

(1) Aunque la lluvia i los fenómenos relacionados con ella, han sido bien estudiados en muchos libros de meteorolojía i de física terreste, lla-

12.—Al hablar de las causas que producen aumento o disminucion en las lluvias, hemos omitido de intento el mencionar la influencia que ejercen los bosques, para tratar esta materia con mas detencion.

Desde tiempos antiguos se ha reconocido que los bosques ejercen una grande influencia sobre las lluvias. En 1494, cuando Colon esploraba las costas de Jamaica, sufrió las lluvias tropicales con mas fnerza que en otras islas, i lo atribuyó a la abundancia de los bosques, observando que en tiempos anteriores no eran ménos copiosas en Madera, en las Canarias i en las Azores, pero que desde que se habian cortado los árboles que daban sombra, las lluvias eran allí mas raras. El baron de Humboldt, visitando a fines del siglo pasado el lago de Valencia, en Venezuela, ha hecho la misma observacion, i ademas ha demostrado su fundamento científico. Vamos a trascribir sus propias palabras.

«Por una parte, la destruccion de las selvas i el desmonte de las llanuras para el cultivo del añil, han producido desde hace medio siglo grandes cambios en la masa de los afluentes del lago; i por otra, la evaporacion del suelo i la sequedad de la atmósfera ofrecen causas bastante poderosas para esplicar la disminucion sucesiva del lago de Valencia. Arrasando los árboles que cubren la cimas i las faldas de las montañas, los hombres, bajo todos los climas, preparan a las futuras jeneraciones dos clases de males, una falta de combustibles i una escasez de agua. Los árboles por la naturaleza de su traspiracion i la irradiacion de sus hojas hácia un cielo sin nubes, se envuelven en una atmósfera constantemente fresca i brumosa: obran sobre la abundancia de los manantiales, no como se ha creido largo tiempo, por una atraccion particular de los vapo-

mamos particularmente la atencion de los estudiantes a un tratado especial, *La pluie*, por F. Arago, reimpreso en el tomo de *Melanges*, XII de la coleccion de sus obras completas. Es un estudio tan interesante por el fondo como por la forma literaria.

res que están esparcidos en el aire, sino porque abrigando el suelo contra la accion directa del Sol, disminuyen la evaporacion de las aguas de lluvia. Cuando se destruyen las selvas con una imprudente precipitacion, como lo han hecho los colonos en toda la América, los manantiales se secan enteramente o se hacen ménos abundantes. Los cauces de los rios quedan en seco una parte del año i se convierten en torrentes cada vez que caen sobre las alturas grandes aguaceros. Como con los zarzales se ven desaparecer el césped i el musgo en las laderas de las montañas, las aguas de lluvia no son detenidas en su curso: en lugar de aumentar lentamente el nivel de los rios con las infiltraciones progresivas, las aguas surcan en la época de las grandes lluvias las laderas de las colinas, arrancan de ella la tierra i forman esas creces súbitas que devastan los campos. Resulta de aquí que la destruccion de las selvas, la falta de manantiales permanentes i la existencia de los torrentes son tres fenómenos estrechamente ligados entre sí. Paises que se encuentran situados en hemisferios opuestos, como la Lombardía, i el bajo Perú, ofrecen pruebas evidentes de la exactitud de este aserto.» (1)

Observaciones análogas han hecho Boussingault, Arago i otros sábios físicos; i la esperiencia ha demostrado con numerosos ejemplos la verdad de esta teoría. En Ejipto, grandes plantaciones hechas en los tiempos modernos comienzan a hacer reaparecer las lluvias. Los colonos de Australia han podido convencerse de que los desmontes producian la falta de lluvias, i las nuevas plataciones han hecho cesar en parte este mal. Los desmontes ejecutados en los Alpes han sido causa de que las aguas de las lluvias se desprendan en rápidos torrentes que han producido grandes desbordamientos en el Ródano i en el Saona, i han traido en seguida por consecuencia una gran disminucion en las aguas de esos mismos rios.

---

(1) Humboldt, *Voyages aux régions equinoxiales du noveau continent*, cap. XVI, t. V, páj. 172.

13.—Cuando las nubes se forman en un espacio mui frio, el vapor se condensa en un estado sólido, sin pasar por el estado líquido, lo mismo que en la formacion de la escarcha, i da oríjen a una multitud de partículas de hielo, que se adhieren unas a otras i forman la *nieve.* Cae de la atmósfera con cierta lentitud, porque en ese estado contiene tanto aire que su volúmen es doce veces mayor que el de agua que produce cuando se derrite. Los copos de nieve son compuestos de pequeños cristales en forma de estrellas adheridas unas a otras. Vistos con el miscroscópio, presentan las figuras mas regulares i simétricas que es posible imajinar.

Frecuentemente, la nieve se derrite ántes de llegar al suelo, porque encuentra en su camino capas atmosféricas mas templadas. En nuestro clima se ve de ordinario que llueve en los valles al mismo tiempo que está cayendo nieve en las montañas. Como es fácil comprender, en los paises calientes la atmosfera no permite que las nieves lleguen hasta las tierras bajas; pero en mucho de los paises templados este fenómeno es casi tan comun como la lluvia; i en los paises de la zona glacial la lluvia de agua es casi desconocida.

Aunque, como veremos mas adelante, la distribucion del calor sobre la superficie de la Tierra no corresponde exactamente con la latitud de los lugares, i aunque por esta circunstancia algunos lugares situados en el mismo paralelo tienen una temperatura mui diferente, se puede decir que hai en el globo dos líneas que marcan el límite de los puntos hasta donde cae nieve en las tierras bajas. En el hemisferio del norte esta línea está situada a los 38° de latitud; pero tiene muchas inflexiones que la acercan o la alejan del ecuador. En el continente americano corta la línea del trópico en el interior de Méjico, atraviesa en seguida los Estados Unidos, se eleva hasta los 44° en el océano Atlántico, vuelve a inclinarse hácia el sur para comprender la costa de Marruecos i de Arjel, atraviesa el Mediterráneo, el Asia menor i el mar Caspio, pasa por el norte de la cadena del Himalaya, recorre la China confundiéndose con la

línea del trópico, i en seguida se eleva de nuevo para atravesar el Japon i tomar otra vez la altura de 38°. En el hemisferio sur, la línea que marca el límite de las nevadas es mucho mas regular: en jeneral, se inclina al sur en el océano, pero se eleva en los continentes: atraviesa la América del sur a la altura de 34°, el Africa un poco al norte de la colonia del Cabo, i por último, la estremidad meridional de la Australia, coprendiendo dentro de ella la isla de Tasmania i la Nueva Zelanda.

La nieve no cae siempre en esa forma liviana, i aun podria decirse con apariencias de plumilla. En ocasiones toma la forma esférica, un color opaco i la consistencia de la nieve endurecida. Esto es lo que constituye el *granizo*, que recibe el nombre de *piedra* o de *pedrisco* cuando los glóbulos tienen un tamaño mas considerable.

El granizo cae de ordinario simultáneamente con la lluvia i rara vez despues de ella. Su duracion es de algunos minutos: casi nunca alcanza a un cuarto de hora. Cae a todas las horas del dia, pero sobre todo a las horas de mayor calor: es raro que caiga en la noche. Aunque se observan las lluvias de granizo en todas las estaciones del año, i aunque su distribucion sea diferente en los diversos paises, se puede decir que en jeneral es mas frecuente en la primavera i en el verano. Los glóbulos helados tienen muchas veces un diámetro de tres o cuatro milímetros, pero en ocasiones alcanzan tamaños mucho mas considerables. Se recuerdan lluvias de granizo ocurridas en Francia, en Alemania, en Inglaterra, en Rusia i España, en que los granos pesaban de cien a quinientos gramos; i aun se habla de fenómenos mucho mas estraordinarios que, a juicio de los meteorolojistas, no pueden provenir sino de la conglomeracion de varios granos. En la República Arjentina son frecuentes estas caidas de piedras o pedriscos; i allí, como en Europa, producen los mas horribles estragos en los árboles i en los sembrados, causando muchas veces la pérdida de las cosechas. En Europa se han inventado diversos aparatos para atraer la electricidad de las nubes cargadas de granizo i pre-

servar los sembrados de una destruccion segura; pero ninguno ha producido el efecto apetecido. En Chile, el granizo no tiene esos efectos destructores; solo en una tempestad de verano ocurrida en febrero de 1871 han caido en algunos puntos granos semejantes al pedrisco de otros paises.

El granizo es uno de los fenómenos mas oscuros e inesplicables de la meteorolojía. Las dos principales cuestiones a que da oríjen su formacion son las siguientes: 1.ª ¿Cómo se produce el frio que hace pasar el agua al estado de conjelacion? 2.ª ¿Cómo un granizo permanece suspendido en el aire el tiempo necesario para adquirir un volúmen que en ciertas ocasiones llega a veinte o treinta centímetros de circunferencia? Estas cuestiones han recibido soluciones mas injeniosas que satisfactorias. Volta es el único que haya propuesto una teoría que se haga cargo de todas las circunstancias del fenómeno. Segun él, cuando los rayos solares caen sobre la superficie superior de una nube mui densa, son absorbidos casi en su totalidad, i resulta de ahí una grande evaporacion. Favorecida por la sequedad del aire que está encima de la nube i por el estado eléctrico de ésta, la evaporacion basta para producir un descenso mui considerable de temperatura que determina la formacion de capas de nieve, que son como los embriones del granizo. Para esplicar su acrecentamiento, Volta admite la existencia necesaria de dos nubes sobrepuestas, una de las cuales, la superior, es formada por la condensacion del vapor que se desprende de la inferior. Estas dos nubes se cargan de electricidad opuesta, positiva en la superior i negativa en la inferior. Para esplicar la formacion del granizo, se apoya en ciertos esperimentos físicos, i supone que los copos de nieve formados en la nube inferior se electrizan como ella; que ésta los rechaza, i que entónces los atrae la nube superior. Pero desde que tocan a esta última, participan de su electricidad, son de nuevo rechazados i de nuevo atraidos. Estas atracciones i estas repulsiones pueden durar muchas horas: miéntras tanto,

los granos se reunen, i condensan al rededor suyo los vapores que los rodean, chocándose entre ellos i produciendo el ruido que se percibe en la atmósfera ántes de la caida del granizo. Al fin, cuando éste ha alcanzado cierta dimension, la nube inferior no puede retenerlo, i cae a la Tierra por efecto de su propia pesantez. Esta injeniosa teoría ha sido mui combatida, porque en efecto suscita mui graves objeciones.

Al lado de ella se ha presentado otra. Hai vientos que producen un enfriamiento mas o ménos grande, como los vientos denominados de aspiracion. Es indudable que pueden producir un enfriamiento mayor aun en las rejiones elevadas de la atmósfera. Se ha observado en el aire un bajamiento de temperatura en razon de un grado por una elevacion aproximativa de cien metros. Resultará entónces que las nubes colocadas a una grande altura contienen hielo, miéntras en las nubes inferiores hai una temperatura comparativamente elevada. Marchando unas i otras en direcciones opuestas, el granizo se formaria por el enfriamiento que produce el viento de la rejion superior en medio de las corrientes i de las nubes de temperatura tan diferentes. Pouillet supone que el enfriamiento producido por el viento, no solo es la causa que forma el granizo, sino el poder que lo arroja a la Tierra con una inclinacion oblícua. La electricidad que acompaña siempre a este fenómeno seria un efecto i no una causa. Debemos repetir que ninguna de estas dos esplicaciones satisface completamente, i que el granizo es hasta ahora un fenómeno desconocido en sus causas.

14.—El granizo cae de ordinario en ciertas revoluciones atmosféricas que están acompañadas de truenos, relámpagos, rayos i otros fenómenos esencialmente eléctricos. Esas revoluciones se denominan *borrascas* i *tormentas* i se les atribuye igualmente un oríjen eléctrico. Es cierto que la electricidad acompaña de ordinario a la condensacion i a la precipitacion del vapor de agua; pero esa fuerza no se muestra de una manera visible en las lluvias, i aun parece que es el efecto de la

revolucion atmosférica, pero no la causa. En las borrascas o tormentas, por el contrario, muchos meteorolojistas atribuyen a la electricidad la causa que las produce; pero otros, i Kaemtz entre ellos, son de opinion diversa.

Las borrascas o tormentas tienen lugar en todas las estaciones del año; pero son mas frecuentes en el verano, i se verifican despues de uno o mas dias de un calor escesivo. La calma que las produce no se estiende hasta los límites de la atmósfera, porque en jeneral el barómetro baja lentamente durante un dia o dos, lo que prueba que el aire se enrarece i se dilata por todos lados. De ordinario, las nubes borrascosas son pequeñas al principio, pero se ensanchan rápidamente i cubren en poco tiempo todo el cielo. Otras veces, se forman en diversos puntos del horizonte nubes que quedan aisladas i acaban por reunirse. La masa entera de las nubes presenta mui notables oposiciones de luz: en algunos puntos son oscuras i sombrías, en otros tienen un color brillante que tira a amarillo. Frecuentemente, la borrasca se forma muchas horas ántes de estallar: el aire parece tranquilo i un calor sofocante se hace sentir. La lluvia que se desprende en seguida es violenta, copiosa, pero en jeneral de corta duracion. La acompañan truenos, relámpagos, en muchos paises rayos i con frecuencia granizo. Pocos fenómenos ofrece la naturaleza mas imponentes que una borrasca formidable.

En ninguna parte las borrascas se manifiestan con tanto vigor como entre los trópicos. Los relámpagos se suceden sin interrupcion, i el ruido de los truenos es verdaderamente terrible. En la rejion de las calmas ecuatoriales hai una borrasca casi cada dia. Fuera de la zona tórrida, estos fenómenos son frecuentes en muchos paises. En Italia, en el mar Adriático, la Dalmacia i la Albania, sobre todo, hai mas de cuarenta borrascas cada año. En jeneral, a medida que se avanza hácia el norte las borrascas son ménos frecuentes, pero se verifican en Francia, en Alemania, en Inglaterra i casi en toda Europa. La misma lei se observa en los Estados Unidos, es decir, en el sur se repiten mas amenudo que en los estados del norte. En la

zona templada del hemisferio meridional, estos fenómenos son frecuentes en las pampas arjentinas, pero bastante raros en Chile, i aun en este país no están acompañados de los caractéres desastrosos, pedriscos i rayos, que en otras rejiones hacen terribles estragos. Pasado el grado 70 de latitud en uno i otro hemisferio, las borrascas son sumamente raras.

15.—Hemos estudiado hasta ahora los fenómenos atmosféricos que resultan del calor del Sol; pero este astro, como cuerpo luminoso, produce fenómenos de otro órden que podemos llamar ópticos. Vamos a dar á conocer sumariamente los mas importantes de ellos.

La luz blanca que nos viene del Sol se compone de una multitud de rayos coloridos cuya refranjibilidad es desigual. Descompuesta al través de un prisma de cristal, vemos una figura luminosa resplandeciente por los colores tan vivos i tan puros del arco-íris, i que se suceden en el órden siguiente: violeta, azul oscuro, azul, verde, amarillo, anaranjado, rojo. Aunque todos ellos están unidos por una gradacion de tal manera insensible que es difícil señalar donde termina el uno i donde comienza el otro, esos siete colores son perfectamente distintos.

A juzgar por la simple apariencia, el aire atmosférico tiene un color propio que se estiende casi igualmente por todo el cielo. En realidad, el color azul de la atmósfera, así como los tintes brillantes que admiramos por la mañana i por la tarde, dependen de las diferentes modificaciones que los rayos luminosos esperimentan al atravesar la masa de aire que nos rodea. Cuando el Sol está cerca del horizonte, la capa de aire que debe atravesar la luz para llegar hasta nosotros es mucho mas espesa que la que atraviesa cuando este astro está a una altura considerable. Los rayos rojos del espectro solar, ménos franjibles que los azules i violetas, penetran en mayor cantidad en la masa atmosférica i le dan ese color encendido, miéntras los últimos son reflejados o absorbidos. Cuando los rayos luminosos tienen que atravesar una capa ménos espesa, es decir, cuando el Sol está a cierta altura sobre el horizonte, son los azules i

violetas los que dominan repartiéndose en toda la masa. La ciencia ha podido reconocer este hecho por varios medios. Cuando un hombre se eleva a una grande altura, observa que el tinte azul desaparece i que el aire, mucho ménos denso entónces, toma un color mas oscuro i casi negro. Pero basta la simple observacion del cielo para ver que el color del aire no es el mismo en toda la estension que abarca la vista. En cualquiera parte que se coloque el observador, ve que el azul del zenit se debilita gradualmente al bajar al horizonte, hasta tomar en los puntos estremos un color casi blanco.

La atmósfera no tiene, pues, una transparencia perfecta. Forma como una especie de velo que refracta i dispersa en todos sentidos la luz, i da lugar a un gran número de fenómenos ópticos mui notables. La luz que penetra en ella esperimenta una refraccion i una reflexion. Por la refraccion, los rayos se quiebran i toman otra direccion, haciéndonos ver los objetos en una situacion algo diferente de la que ocupan en realidad. Por efecto de la refraccion atmosférica, como lo han demostrado palmariamente la física i la astronomía, nosotros vemos los astros en el oriente ántes que hayan salido sobre el horizonte, i los contemplamos en occidente despues que se han ocultado bajo el horizonte. Los objetos terrestres que están léjos, nos parecen del mismo modo mas elevados de lo pue son realidad. La reflexion que se opera sobre las partículas del aire es causa de que las diversas rejiones del globo no sean sumidas de repente en las tinieblas cuando el Sol abandona el horizonte. Por la mañana, ántes que el Sol esté visible para el observador, los rayos luminosos llegan a las altas rejiones de la atmósfera, i éstas reflejan sobre la Tierra una parte de la luz que las ilumina. Si el aire de las rejiones superiores no estuviese alumbrado, i si no reflejase la luz, la salida del Sol no seria precedida de la *aurora*, o crepúsculo de la mañana. Por la tarde, el aire atmosférico refleja sobre la Tierra la luz del Sol mucho tiempo despues que este astro se ha ocultado en el horizonte, i forma el *crepúsculo*. La duracion de estos vivos matices con que

se colora el horizonte despues de la entrada del Sol o ántes de su salida, depende no solo de la posicion jeográfica de las localidades, sino tambien del estado de la atmósfera. Así, en Africa, con un cielo mui puro i casi enteramente desprovisto de vapores, el crepúsculo es mui corto, miéntras que en los paises en que el cielo es brumoso dura mas largo tiempo. Existen lugares donde, en ciertas estaciones, el crecúspulo de la tarde alcanza al de la mañana, de tal manera que no hai propiamente noche. En los polos, la luz aparece mes i medio ántes que el Sol esté en el horizonte, i se mantiene mes i medio despues que ha desaparecido; de donde se deduce que, propiamente hablando, en esas rejiones no hai mas que una noche absoluta de tres meses i un dia de nueve meses.

Si los rayos luminosos difundidos en las partículas del aire dan lugar a los efectos de que acabamos de hablar, la refraccion de los rayos al traves del aire o al traves de las moléculas de agua o de hielo suspendidas en el aire, es causa de los fenómenos mas singulares i variados.

Cuando en verano se miran los objetos colocados mas allá de un campo calentado por el Sol, parecen vacilar i su forma cambia contínuamente. Este fenómeno es mucho mas palpable cuando se le observa con un anteojo. Este efecto es producido por el cruzamiento de los filones del aire frio i caliente que suben i que bajan. El fenómeno del *miraje* que se observa en Ejipto i en jeneral en los desiertos ardientes, tiene un oríjen análogo. Cuando las llanuras arenosas han sido calentadas por los rayos solares, ellas calientan a su vez las capas de aire contiguas. Si el aire está ajitado, la imájen de los objetos situados a cierta distancia i que se elevan de la superficie de la Tierra, es mal definida a causa del movimiento ondulatorio; pero si el viento no sopla, esos objetos, árboles o edificios, bañados por las capas atmosféricas mas densas, se reflejan como sobre una masa de agua en las capas aéreas mas dilatadas; i todas las imájenes aparecen dobles, una recta i otra invertida. Los viajeros, devorados por la sed i seducidos por la ilusion, creen estar po-

co alejados de una gran fuente de agua que refleja los objetos, i corren hácia la orilla que huye siempre delante de ellos, dejando ver en lugar del agua un suelo árido i seco.

La navegantes, sobre todo en las regiones frías, observan mirajes en circunstancias que contrastan con los que acabamos de describir. En éstas, el fenómeno se verifica por el enrarecimiento de las capas de aire mas inmediatas a la Tierra, i se produce al nivel del suelo: en los mirajes del mar el fenómeno se verifica a mayor altura. La temperatura de la superficie del mar, mas fria que las de las capas que la tocan, hacen que éstas se condensen en una progresion decreciente de abajo para arriba, i la imájen invertida de las costas i de los buques alejados se dibujan a cierta altura en la atmósfera. En ámbos casos, el fenómeno es producido por la desviacion de los rayos luminosos al travès de capas atmosféricas mui poco densas: en el miraje de tierra, éstas están colocadas al nivel del suelo; en el miraje de mar se encuentran a mayor altura i sobre la capa que se condensa al nivel de las aguas. En los llanos de la América del sur, donde este fenómeno es frecuente, se le conoce con el nombre de *espejismo*.

Estos fenómenos se verifican en capas planas i regulares de la afmósfera; pero se concibe fácilmente que por una multitud de causas pueden tambien verificarse en capas curvas e irregulares. Entónces, las imájenes toman un gran número de formas, unas anchas, otras largas, i a veces dispersas, como si el objeto estuviese quebrado en mil pedazos. Este es el oríjen del fenómeno conocido con el nombre italiano de *fatamorgana* (hada-morgana) que se observa en varios puntos del globo, i particularmente en Nápoles, en Regio i en las costas de Sicilia. En ciertos momentos, se ve en los aires i a grandes distancias, ruinas, columnas, castillos palacios i una multitud de objetos que parecen dislocarse i que cambian de aspecto a cada instante. Todo esto no es mas que la reproduccion de algunos objetos terrestres que son invisibles en el estado ordinario de la atmósfera i que se hacen aparentes i movibles cuando los rayos de luz que

envían se mueven en líneas curvas en las capas de aire de desigual densidad.

Otro efecto de la refraccion de la luz es el *arco íris.* Cuando ha cesado de llover en un lugar, i el cielo se ha despejado en el horizonte dejando pasar libremente los rayos del Sol, vemos aparecer en las nubes del lado opuesto un grande arco teñido con los siete colores del espectro solar. Este fenómeno es producido por una complicada refleccion i descomposicion de los rayos del Sol al pasar al través de las gotas de la lluvia. Se muestra cuando el Sol está en el horizonte i miéntras la lluvia cae en el lado opuesto de los cielos. Cuando un rayo de luz penetra en una gota de agua, se descompone como al través de un prisma de cristal i toma los colores del espectro. Los rayos, pasando al otro lado de la gota, son parcialmente trasmitidos i parcialmente reflejados i espelidos al mismo lado por donde entraron, i salen en su estado descompuesto i coloreado. Una gran capa de gotas de agua formada por la lluvia, que espelen todas rayos de diversos colores, tienen sus rayos arreglados en un órden fijo. Estos se unen de manera que todos los de un color aparecen en una banda; i los de otros colores se unen cada uno en su banda separada, produciendo el arco-íris tal como lo vemos. En el arco principal, el color violeta es el inferior, i el rojo el mas alto. Los rayos violetas sufren la mayor desviacion en esas dos refracciones sucesivas, i por esto toman la posicion mas baja. Cuando aparece un segundo arco-íris en la parte superior del primero, es mas ancho que éste, pero ménos brillante; i sus colores están invertidos, es decir, aparece el color rojo en su parte inferior. Estos arcos son concéntricos; i su centro pasa por la línea que une el Sol al observador, i que se prolonga hasta las nubes donde se ve el arco. Se comprende que ese centro varía para cada observador, i que el arco-íris, cuya produccion depende únicamente de la posicion del observador con respecto al Sol i a la nube que se resuelve en lluvia, varía de lugar según el punto de donde se mire el fenómeno. Puede observarse, ademas, el arco-íris en las aguas de

una cascada i aun en la superficie de un rio o de un estanque cuando sus aguas, ajitadas por la marcha de algunos animales, levantan muchas gotas en que se opera la refraccion. Se observa tambien en menor escala en todo chorro de agua que se eleva a los aires o que se desprende hácia abajo; basta que el observador esté colocado entre el Sol, que baja al horizonte, i el agua que cae o sube formando una gran cantidad de gotas mas o ménos semejantes a las de la lluvia.

Los *halos* son fenómenos ópticos escesivamente complicados, producidos por la refraccion de la luz al traves de pequeñas partículas heladas (1). El Sol i la Luna pueden dar lugar a estos efectos. Los halos son raros: muchas veces cuando se les observa no se les ve completamente, i aun durante la observacion, las apariencias pueden cambiar. En jeneral, cuando el meteoro se verifica, se perciben círculos coloreados que son los halos propiamente dichos, i que tienen por centro el astro que los produce. Estos arcos tienen el rojo en el interior i el violeta en la parte esterior. Las modificaciones atmosféricas que dan oríjen a estos círculos concéntricos al Sol o a la Luna, pueden igualmente enjendrar un círculo blanco paralelo al horizonte, de un gran tamaño i cuya circunferencia pasa por este astro. Algunas veces se manifiesta una banda blanca vertical que, unida al círculo horizontal, produce una cruz blanca encuadrada en el halo. Las *parelias* o imájenes del Sol, i las *paraselenas* o imájenes de la Luna, se forman sobre las bandas blancas en su interseccion con los círculos de los halos, i forman una ma-

---

(1) Como una muestra de las preocupaciones que la meteorolojía ha tenido que destruir, podemos decir aquí que un célebre sabio suizo, Bombart, mas conocido con el seudónimo de Paracelso, muerto en 1541, escribia en su tratado latino *De Meteoris* que los halos eran construcciones de laton fabricadas por los espíritus del aire, i que los bólidos o estrellas cadentes, eran el escremento de las estrellas. Esplicaciones como éstas se encuentran por millares en los libros de los siglos XVI i XVII, en el tiempo de Copérnico, de Galileo, de Pascal i de Newton, que han fundado la ciencia moderna.

sa luminosa que se asemeja al Sol o a la Luna. Este fenómeno de los halos es tan complejo, que es difícil no solo esplicarlo, sino aun el describirlo. Los físicos estan acordes en atribuirlo a millones de pequeñas agujas de hielo prismáticas de que se componen ciertas nubes mui elevadas.

Las *coronas* son, como los halos, círculos coloreados concéntricos al Sol i a la Luna. Difieren de los halos por su tamaño, que es menor, por la disposicion, así como por el brillo de sus colores mucho mas vivos que en los halos, i que se presentan en un órden inverso, es decir, teniendo el rojo en el borde esterior. Los halos, como hemos dicho, se forman en las nubes compuestas de partículas de hielo: las coronas tienen su oríjen en las nubes de vapor bejicular. El diámetro de las coronas varía con el de las vejículas, i se ha podido deducir de esta relacion el tamaño del diámetro de las vejículas que contienen las nubes. Las coronas lunares se observan ordinariamente, i tienen el nombre comun de *cercos*. Las del Sol no son ménos frecuentes; i si no se las ve siempre, es por la brillantez de la luz de aquel astro. Se producen artificialmente las coronas por un medio que da a conocer el oríjen de este meteoro: basta mirar el Sol i la Luna o aun la llama de una vela al traves de un vidrio empañado por el vapor de agua.

La *antelia* es una aureola luminosa que un observador percibe al rededor de la sombra de su cabeza, cuando esta sombra se proyecta sobre un campo cubierto de rocío. En el mar, un observador colocado en la cubierta de un buque puede ver un fenómeno análogo cuando mira la sombra de su cabeza proyectada sobre la superficie del mar. Este fenómeno se esplica por la reflecciòn de los rayos del Sol sobre las partículas situadas enfrente de este astro. La luz de la aureola disminuye de intensidad a medida que se aleja de la sombra. Como el fenómeno depende de la situacion del observador, respecto al Sol i a los objetos reflectores, se comprende que cada cual ve la aureola que ciñe su cabeza, pero no la de los individuos que están a su lado.

Sucede a veces que un espectador colocado en la cima de una alta montaña ve su sombra reproducida con una gran nitidez de contornos, aunque con frecuencia de un tamaño colosal, en los vapores trasparentes que tiene delante. La sombra sigue todos los movimientos de la persona a quien reproduce. Este fenómeno, conocido por algunos meteorolojistas con el nombre de *espectro*, ha sido por largo tiempo el oríjen de supersticiones de las jentes ignorantes, que lo miraban como un signo de la presencia de los malos espíritus. El célebre matemático frances Bouguer, que lo observó en el siglo pasado en las cordilleras de Quito, refiere que la cabeza de la sombra estaba adornada de una aureola formada por tres o cuatro pequeñas coronas, que solo eran visibles para el espectador que producia cada sombra.

La observacion cabal i completa de cada uno de estos fenómenos pertenecen en realidad al estudio de la época; i en efecto, los físicos los analizan con mayor detencion de la que hemos podido emplear aquí. Nos hemos limitado a señalar los principales fenómenos luminosos, indicando mui sumariamente las causas que los producen (1).

16.—La ciencia meteorolójica tal como existe en nuestro tiempo, dándose cuenta de todos los fenómenos de la atmósfera i tratando de esplicarse científicamente las causas que los producen, es casi absolutamente el fruto de los trabajos de

---

(1) Al hablar en este capítulo de los fenómenos atmosféricos conocidos con el nombre de meteoros, no hemos querido tratar de aquellos que tienen un carácter eléctrico, como los rayos, truenos, relámpagos i auroras, i de que se habla en un capítulo por separado. La *luz zodiacal*, los *bólidos* i las *estrellas filantes* o *cadentes*, son fenómenos astronómicos, i por lo tanto forman parte del estudio de la cosmografía i no de la jeografía física.

Hai ademas otro fenómeno que se observa frecuentemente en Chile en las noches serenas i despejadas del verano, i que se conoce con el nombre de *relámpago de calor*. Aunque su verdadero oríjen es desconocido, nosotros lo hemos colocado entre los fenómenos eléctricos, de que se trata en le capítulo X.

nuestro siglo. Sin duda, en los siglos anteriores se habian reunido elementos importantes, aunque incompletos; pero solo en nuestro tiempo se ha elevado este estudio al rango de una ciencia exacta por el gran número de observaciones, por la estension del globo abrazada i analizada, i por el espíritu de esperimentacion infatigable con que se ejecutan estos trabajos.

Del estudio de los hechos, la ciencia ha pasado a investigar sus causas, i conocida la mayor parte de éstas, ha emprendido un trabajo mas árduo todavia, el de fijar las leyes del encadenamiento de los fenómenos meteorolójicos, i llegar a la prevision del tiempo. Hace poco mas de cuarenta años, uno de los mas grandes sábios de nuestro siglo, el célebre astrónomo i meteorolojista Francisco Arago, declaraba que el hombre no podria llegar a este resultado. Hoi la ciencia no solo no desespera de alcanzarlo, sino que ha hecho conquistas considerables en este terreno.

Todas las revoluciones atmosféricas tienen su causa primera en el Sol, no siempre vemos cómo se ejerce su influencia. El Sol, si bien tiene privilejio de reglar el curso de las estaciones. Las majestuosas vicitudes de éstas, están perfectamente de acuerdo con la marcha lenta i segura de ese astro. Pero los cambios de tiempo tan imprevistos, tan frecuentes en ciertas zonas de la Tierra parecen necesitar de una causa mas variable. Cuando se consideran los accidentes diarios de la lluvia i del buen tiempo, las neblinas, los vientos, no se encuentra en el cielo mas que la Luna a quien por sus rápidos cambios de posicion i de figura, se puede hacer responsable de aquellas variaciones. No es, pues, estraño que los hombres hayan buscado allí la causa de las mas rápidas i violentas revoluciones atmosféricas.

Si se tomasen al pié de la letra todas las preocupaciones que existen a este respecto, la Luna reglaria muchas otras cosas a mas del tiempo. Los locos estarian colocados bajo su influencia. Hai ciertos enfermos de males crónicos que están profundamente convencidos de que sus padecimientos se aumentan o

se disminuyen segun las faces de la Luna. Los veterinarios hablan de caballos cuya vista se turba o se oscurece segun el mismo principio. Los cortadores de madera sostienen que las que se cortan en la menguante no se conservan. Hai hombres que están persuadidos de que no deben cortarse el cabello, las uñas o los callos en la creciente de la Luna. En fin, el vulgo de las jentes i hasta los marinos, con escepcion de los oficiales mas instruidos, imputan a la Luna todos los cambios de tiempo.

¿Tienen estas creencias vulgares algun fundamento científico? Ninguno absolutamente. Bouvard i Arago lo demostraron así hace muchos años: i todos los estudios posteriores no han podido encontrar la menor relacion entre esos hechos i las causas a que se atribuyen, o mas bien se ha hallado una sola que, sin embargo, no ha podido resistir a un exámen detenido. La Luna, se ha dicho, levanta las aguas del océano formando las mareas: ¿por qué no obraría del mismo modo sobre el océano aéreo? Es probable que la Luna ejerza su accion sobre las capas superiores de la atmósfera, pero a causa de la elasticidad del aire, esa accion es insensible en las capas que están mas abajo. Si esta accion se hiciera sentir a la altura de las nubes, seguramente habia de señalarla el barómetro; i segun las prolijas observaciones, ella es inapreciable o casi inapreciable. Por otra parte, si la atraccion lunar hubiera de producir en la atmósfera revoluciones análogas a las que opera en el océano, es claro que deberian ejecutarse con la misma regularidad; que en todos los puntos de la Tierra deberia operarse invariablemente una revolucion atmosférica cada doce horas, i que indefectiblemente en cada plenilunio i en cada novilunio deberia efectuarse, no en tal o cual punto del globo sino en todo él, una revolucion todavia mayor, como las mareas de las zizijias. No necesitamos decir que no sucede nada de esto.

Pero hai en la naturaleza hechos evidentes i palpables cuya causa el hombre no ha podido descubrir, o a lo ménos relacionar perfectamente con la causa que los produce, como la for-

macion del granizo, por ejemplo. La influencia de la Luna sobre las revoluciones atmosféricas, se dice, es uno de esos hechos. Ante todo, conviene averiguar si el hecho es cierto, si las reglas de meteorolojia lunar (reglas que, sea dicho de paso, son diferentes en cada pais i casi para cada uno de sus partidarios), se cumplen realmente. Para llegar a este resultado no basta al observar los hechos en la memoria, porque de esta manera se recordarán solo los accidentes que convienen al sistema de cada cual, conservando los casos en que ese sistema se ha cumplido i olvidando los otros. Mas o ménos es esto lo que pasa a todos los observadores de este órden, que hallan en una simple coincidencia el fundamento de una preocupacion arraigada en su espíritu. Los fenómenos de esta clase deben ser observados de otra manera, como se hace en los observatorios, notando dia a dia i casi hora a hora, las vicisitudes atmosféricas i las diversas faces i posiciones de la Luna. Así se ha hecho en Inglaterra, en el observatorio de Greenwich, desde 1815 hasta 1869, durante 19,762 dias; i se ha visto que por regla jeneral las lluvias mas débiles han coincidido con el novilunio, i las mas fuertes han tenido lugar del quinto al noveno dia, i del vijésimo primero al vijésimo sesto dia de la Luna, mas o ménos lo contrario de la creencia del comun de los observadores. En el observatorio de Vigevano, en Lombardia, se han hecho observaciones de esta clase durante 38 años; i el meteorolojista Schiaparelli, que las ha examinado i discutido con la mas prolija escrupulosidad, llega a esta conclusion definitiva: «En todo caso, se puede concluir, contra la opinion vulgar, que es absolutamente infundado el ver en los cuartos de la Luna algun presajio sobre la variacion del tiempo.»

Aun en el caso en que un observador escrupuloso hallase que los hechos que pueden confirmar los principios de la meteorolojia lunar se verificasen con alguna frecuencia, todavia habria que resolver una dificultad sumamente grave para demostrar que no eran el resultado de una coincidencia accidental, sino de una lei física invariable. Las revoluciones de la

Luna son las mismas para toda la Tierra. Si las faces de nuestro satélite, si la posicion que ocupa en la esfera celeste, si la manera como se presenta en sus primeros dias, tienen alguna influencia sobre las lluvias i las tempestades, es claro que debe tenerla para toda la Tierra, i que la lluvia i la tempestad debe ser igual sobre todo el globo o sobre una gran parte de él. Miéntras tanto, la esperiencia i la observacion nos enseñan que nunca se ven revoluciones atmosféricas de esa clase, i que léjos de eso, sucede que miéntras en un lugar cae una lluvia torrencial, a cien o doscientas leguas el tiempo no ha cambiado un solo instante (1).

La ciencia ha tenido que renunciar a todo pensamiento de hacer concordar los fenómenos atmosféricos con las faces de la Luna; pero ha querido llegar a la prevision del tiempo por el estudio razonado de otros hechos cuya correlacion es mas inmediata i mucho mas demostrable. Los progresos admirables de la meteorolojia i de todas las ciencias físicas en los últimos cien años, no pueden detenerse ante las dificultades que hasta ahora ha encontrado en su camino. El hombre, por un grande esfuerzo de la perseverancia i del jenio, ha llegado a descubrir el órden en lo que parecia un puro capricho de los elementos, i a trazar en los aires el camino de esas fuerzas invisibles cuyo conflicto incesante produce todas las variaciones del tiempo. Pero no será posible prever la marcha del tiempo sino cuando multiplicadas observaciones hechas en toda la superficie del globo hayan permitido analizar los diversos movimientos atmosféricos mensuales i diurnos. Es digno de observarse que a medida que los estudios meteorolójicos hacen mayores progresos, se aprende a no buscar la causa de los fenómenos en las

---

(1) Ademas del excelente estudio de Arago que hemos citado en una nota anterior, debemos recomendar aquí sobre este punto una memoria que con el título de *Meteorolojia cósmica* publicó el astrónomo frances M. Faye en el *Annuaire du bureau de longitudes* de Paris, correspondiente al año de 1878. En estas pájinas he estractado casi literalmente algunas de sus observaciones.

mismas localidades en que se observan, sino a relacionarlos con causas jenerales preponderantes, a las cuales están subordinadas las circunstancias locales. Casi siempre el fenómeno meteorolójico observado en un punto, tiene su oríjen en otro lugar en donde no se observó. Solo cuando el hombre tenga bajo sus miradas el conjunto de la circulacion atmosférica, seguirá la marcha de las ondas que pasan de un meridiano a otro, las fluctuaciones que atraviesan las latitudes, la direccion de las corrientes aéreas determinadas por la diferencia de las tierras i de los mares, por el relieve del suelo, por las cadenas de montañas, la distribucion de las lluvias segun los movimientos atmosféricos, las estaciones i los paises, la sucesion de los vientos, etc., etc.; solo entónces la ciencia llegará a descubrir las leyes invariables i las fuerzas constantes que rijen esos movimientos, por complicados i oscuros que nos parezcan ahora.

Este estudio simultáneo de los movimientos jenerales de la atmósfera ha sido iniciado hace 30 años. Los meteorolojistas norte-americanos Pyddington i Espy fueron los primeros que en 1850 comenzaron a aplicar la instantaneidad del telégrafo eléctrico para conocer el estado del tiempo en un momento determinado en muchos puntos mui distantes los unos de los otros, i para seguir los movimientos atmosféricos observados. Los esfuerzos combinados por el almirante Fitz-Roy en Inglaterra, de M. Quetelet en Béljica i de M. Liais en Francia, permitieron pocos años mas tarde concertar el uso de las líneas telegráficas para reunir cada dia en los observatorios astronómicos i meteorolójicos los datos principales sobre el estado del barómetro, del termómetro, del viento i del cielo en los diferentes puntos de Europa.

Los trabajos así combinados han producido ya sus primeros frutos. El boletin cotidiano de cada observatorio hace ver el tiempo que reina a lo léjos i permite seguir su marcha en casi toda Europa, comparándola con las variaciones barométricas i termométricas i con los demas accidentes meteorolójicos con que se relaciona. Merced a estas observaciones han podido de-

ducirse muchas reglas sobre la marcha de los vientos, la duracion de la lluvia, etc., etc. M. Marié Davy, jefe del servicio meteorolójico del observatorio de Paris, ha refundido así las consecuencias que se desprenden de los estudios hechos: «Los cambios en el estado de la atmósfera en una rejion determinada de Europa, son el resultado directo de la dislocacion del lecho de la gran corriente aérea venida del Atlántico, i del paso de los movimientos jiratorios que allí se producen. El problema de la prevision del tiempo consiste, pues, en observar esas dislocaciones, en apoderarse de los primeros signos que anuncien la llegada de cada movimiento jiratorio, en determinar la estension i la intensidad del meteoro, la distancia a que debe pasar de la rejion en que se observa, la direccion que debe seguir, la rapidez con que se traslada de un lugar a otro.» M. Marié-Davy declaraba con amargura hace pocos años que las observaciones, reducidas al estrecho campo de la Europa, no bastan para alcanzar este resultado. «Es indispensable, dice, que ellas abracen en lo futuro la América, despues el océano Pacífico i al fin el Asia. En el estado actual de la ciencia nosotros tenemos la conviccion de que los telegramas que vinieran de América o de Siberia nos permitirian prever con ocho o diez dias de anticipacion los grandes cambios de tiempo (1).

Aun sin contar con todos los elementos indicados mas arriba, la ciencia ha obtenido ya casi por completo el resultado que anhelaba M. Marié-Davy. Utilizando la comunicacion telegráfica entre Europa i los Estados Unidos, ha conseguido en los últimos años predecir con una exactitud casi completa, i con

---

(1) Puede verse en Figuier, *Année scientifique* (año 1863) páj. 120 i siguientes, la noticia de los trabajos hechos para llegar a la prevision del tiempo i los resultados admirables que se han obtenido despues de los primeros estudios. Los profesores de jeografía física pueden ver en esta misma coleccion muchas otras noticias i observaciones de este jénero consignadas en el tomo de 1866, páj. 136; 1867, páj. 124; 1868, páj. 70; 1872, páj. 50. La estension limitada de este libro no nos permite consignar aquí todas las noticias que sobre este punto tenemos a la mano.

mas de una semana de anticipacion, las grandes revoluciones atmosféricas. Los pronósticos de los observatorios meteorolójicos se han cumplido en su mayor parte; i los observadores se empeñan ahora en afianzar sus conquistas, desterrando las causas múltiples de perturbacion de las reglas que les sirven de guia, i que algunas veces han podido inducirlos en error.

La ciencia se contenta, pues, ahora con conocer las variaciones atmosféricas ocho o diez dias ántes que ocurran. Pero, la ciencia no se detiene nunca. «Su lei es el progreso, dice un célebre escritor, i un punto que era invisible ayer, es hoi su término deseado, i será mañana su punto de partida.» (2) La prevision del tiempo tiene que abrirse su camino.

---

(2) Macaulay, *Critical essays, Bacon.*

CAPITULO IX

Los climas

1. Clima; temperatura; calor solar; irradiacion.—2. Causas que influyen en la temperatura de un lugar; la latitud; la altura; la proximidad del mar; las corrientes marinas; la configuracion del territorio; la vejetacion; los vientos; las lluvias.—3. Nieves perpétuas.—4. Temperatura del hemisferio sur; id. del continente americano.—5. Líneas isoquímenas i líneas isoteras; diferencias de temperatura observadas en un mismo pais; influjo de estas diferencias en la vejetacion.—6. Marcha de la temperatura durante un dia i durante un año; temperatura media del dia, del mes i del año; temperatura media de un lugar.—7. Diversos medios ideados para hallar la temperatura media de un lugar.—8. Líneas isotermas; ecuador termal.—9. Polos del frio; temperatura polar.—10. Temperatura de los espacios.

1.—Se entiende por *temperatura* el grado apreciable de calor que reina en un lugar o en un cuerpo. En la jeografía, se confunde jeneralmente esta voz con otra que tiene un significado mucho mas vasto, con la palabra *clima*, que segun su oríjen griego significa inclinacion. Se designa con ella una division sistemática del globo, esto es, los *climas astronómicos*; pero se aplica mas ordinariamente a las circunstancias meteorolójicas i de temperatura de un pais: esto es lo que se llama *clima físico*. «En esta acepcion mas jeneral, la palabra clima, dice Humboldt, abraza todas las modificaciones atmosféricas que afectan de una manera sensible a nuestros órganos, la temperatura, la

humedad, las variaciones barométricas, la calma de la atmósfera o los efectos de los vientos; la intensidad de la presion eléctrica, la pureza del aire o su mezcla con emanaciones gaseosas mas o ménos saludables; en fin, la serenidad del cielo, tan importante por la influencia que ejerce, no solo sobre la irradiacion de la tierra, sobre el desarrollo de los tejidos orgánicos en los vejetales i la madurez de los frutos, sino tambien por el conjunto de las sensaciones morales que el hombre esperimenta en las diversas zonas.» En otras partes nos ocupamos de muchas de estas circunstancias. Al hablar aquí de los climas, vamos a tratar principalmente la cuestion temperatura.

Sabemos que a medida que se baja al centro de la Tierra se encuentra una temperatura que va aumentando progresivamente. Este hecho confirma, como hemos dicho en otra parte, la teoría de que la Tierra ha sido en otro tiempo un globo de fuego líquido, i cuya superficie se ha enfriado lentamente con el trascurso de los siglos. El enfriamiento se ha operado de la superficie al centro; i miéntras éste posée una temperatura, cuya elevacion excede quizá a todo lo que la imajinacion puede concebir, aquélla se ha enfriado a tal punto que solo el Sol puede hacerla habitable. A primera vista parece inconcebible que el núcleo del globo sea incandescente cuando en la superficie no sentimos ese calor; pero este fenómeno se esplica por la poca conductibilidad de las rocas que componen la corteza terrestre. Elie de Beaumont, sin embargo, crée que la cantidad de calor central que llega a la superficie de la Tierra en el curso de un año, seria capaz de derretir una capa de hielo de 6 milímetros de espesor que envolviese el globo entero. Debemos, pues, considerar que el calor propio de la Tierra es casi inapreciable, i que si no hubiese otra causa que creara una temperatura mas ardiente, nuestro globo no podria ser habitado.

El Sol es sin disputa la causa principal de la temperatura que reina en la superficie de la Tierra. «El calor emanado del Sol, dice Sir John Herschel, es la causa inmediata de casi todos los movimientos que dan oríjen a los vientos i ocasionan todas

esas perturbaciones del equilibrio eléctrico, de donde resultan importantes fenómenos. Bajo la accion vivificante de los rayos caloríficos i luminosos de este astro, los vejetales toman en la naturaleza inorgánica los materiales de su nutricion, para servir en seguida de alimento a los animales i al hombre. Por su accion se formaron en otro tiempo las capas de carbon donde el hombre ha encontrado en nuestros dias un inmenso depósito de poder dinámico. El calor emitido por el Sol es lo que obliga a las aguas del mar a circular en la atmósfera bajo la forma de vapores, a regar los continentes i a producir los manantiales i los rios. En fin, son los rayos solares los que enjendran todas las perturbaciones de equilibrio químico entre los elementos de la naturaleza, los cuales por una serie incesante de descomposiciones, dan oríjen a una mutacion inmensa de material i al nacimiento perpetuo de nuevos productos.

La cantidad de calor emitida por el Sol en todas direcciones es verdaderamente prodijiosa. Nuestro globo seria inhabitable e incapaz de alimentar ningún ser viviente, animal o vejetal, a causa de la temperatura horriblemente ardiente que reinaría en su superficie, si una gran parte del calor no fuese absorbido por la atmósfera, i aun si la Tierra no irradiase a su turno en el espacio esa porcion de calor que llega a su superficie. «Cuando la atmósfera tiene todas las apariencias de una serenidad perfecta, dice Pouillet, absorbe aun cerca de la mitad de la cantidad total del calor que el Sol emite hácia la Tierra, i solo la otra mitad llega a la superficie del suelo, i ésta se encuentra diversamente repartida según sean las oblicuidades mas o ménos grandes con que ha atravesado la atmósfera. Apesar de esto, si esta cantidad total de calor solar, que en el curso de un año penetra hasta la superficie de la Tierra, estuviese uniformemente repartida en todos los puntos del globo i empleada, sin pérdida alguna, en derretir el hielo, seria capaz de liquidar una capa de hielo que envolviese la Tierra entera i que tuviese un espesor de cerca de 31 metros. Es evidente que si hubiese podido acumularse en la Tierra una cantidad semejante de

calor, habria no solo fundido los hielos polares, sino tambien transformado toda la superficie de nuestro globo en una zona ardiente i absolutamente estéril. Pero la superficie del globo, como la de todos los cuerpos, absorbe e irradia el calor al mismo tiempo. Mas aun, el poder irradiante o emisivo es siempre igual al poder absorbente, porque bajo las mismas circunstancias, los cuerpos que se calientan rápidamente, se enfrían con una rapidez igual. En consecuencia, si la Tierra recibe mas calor que el que irradia miéntras el Sol está sobre el horizonte, ella irradia este exceso durante la noche, i mantiene de esta manera en su superficie el equilibrio de temperatura necesario para la conservacion i desarrollo de la vida en todos los innumerables séres que la habitan.»

2.—Es fácil concebir que la cantidad de calor enviada por el Sol a la Tierra en el curso de cada año, es invariable, puesto que las relaciones recíprocas de los dos astros se reproducen en las revoluciones sucesivas de la Tierra al rededor del Sol. Todavia mas: ese calor es el mismo en las diferentes partes del año; pero las variaciones de temperatura observadas en un punto de la superficie de la Tierra en los diversos períodos del año, resultan de dos circunstancias: 1.ª la oblicuidad invariable de los rayos solares, que caen mas o ménos perpendicularmente, según la posicion que ocupa el astro respecto de un punto de la Tierra; i 2.ª la variacion de la lonjitud de los dias (1). Ambas causas dependen del movimiento de la Tierra

(1) Para que se comprenda mejor la importancia que tiene la mayor prolongacion de los dias, que es causa de gran calor durante el verano en ciertos lugares situados léjos del Ecuador, nos ha parecido conveniente reunir aquí las cifras que siguen, correspondientes a algunas ciudades de diversas latitudes:

Latitudes.	Duracion del dia mas largo del año.	Duracion del dia mas corto.
	H. M.	H. M.
0° (Quito)	12	12
5 (Bogotá, Zanzibar, Liberia)	12 17	11 43

en la enclíptica. Como esta causa es periódica, la cantidad de calor que recibe del Sol la superficie terrestre debe ser constante para cada paralelo de latitud. En efecto, la acumulacion de calor durante los largos dias de verano, que disminuye poco la irradiacion de las noches, que son tanto mas cortas cuanto mas largos son los dias, está compensada con la pequeña cantidad de calor recibido durante los cortos dias de invierno, i la irradiacion que tiene lugar durante las largas noches de esta

---

10 (Madras, Carácas, Pasco)........................	12 35	11 25
15 (Guatemala, la Martinica, Mozambique)....	12 53	11 07
20 (Méjico, Bombai, Potosí, Santiago de Cuba)	13 13	10 47
25 (Canton, Asuncion del Paraguai)	13 34	10 26
30 (El Cairo, Nueva Orleans, la Serena)........	13 56	10 04
33 (Santiago de Chile, Damasco)................	14 08	9 52
35 (Arjel, Curicó, Iedo)............................	14 22	9 28
40 (Madrid, Nápoles, Valdivia, Bakú)...........	14 51	9 09
45 (Burdeos, Turin, Otawa)........................	15 26	8 34
50 (Dieppe, Francfort, Cracovia).................	16 09	7 51
53 (Punta Arenas de Magallanes, Dublin, Liverpool)..	16 49	7 11
55 (Edimburgo, Copenhague)......................	17 07	6 53
60 (San Petersburgo, Cristiania)	18 30	5 30
65 (Arkangel)...	21 09	2 51
66°32 (Círculo polar).................................	24 00	0 00

Mas allá de los círculos polares el tiempo durante el cual el Sol es visible no se cuenta por horas sino por dias. Así, a los 70° el Sol no se pone durante 65 dias, esto es, habrá un dia equivalente a 65 dias i una noche a 60. A 90°, es decir, en el mismo polo, el año no tiene mas que un solo dia, equivalente a 186 de los nuestros, i una noche igual a 179 dias, aunque la refraccion atmosférica i el crepúsculo de semanas enteras abrevia esta noche de seis meses. Véase sobre este último punto el capítulo anterior, § 15.

La mayor parte de estas cifras han sido tomadas de Arago, *Astronomie populaire*, tomo IV, pájs. 605 i 606.

El cuadro anterior deja ver que la diferencia entre la duracion de los dias i las noches en las diversas latitudes obedece a una gradacion especial, i que al paso que en las rejiones vecinas al Ecuador se necesita de una separacion de 5° para que haya una diferencia de 17 minutos, esta

misma estacion. Si la superficie de nuestro globo tuviese en todas partes el mismo nivel del océano, i si fuese constituida por una sustancia única que absorbiese e irradiase igualmente el calórico, el calor medio emitido por el Sol se distribuiría regularmente en esa superficie en zonas de igual temperatura anual paralelas al Ecuador e iria decreciendo regularmente hácia cada polo. En esta hipótesis, la temperatura mas elevada se observaría exactamente bajo la línea equinoccial; las temperaturas mas bajas en los dos polos, i la temperatura media del globo a igual distancia del Ecuador i del polo, es decir, bajo el grado 45 de latitud norte i sur.

Esta primera lei de los climas se cumple con toda regularidad. Por regla jeneral puede decirse que la latitud de un lugar

---

diferencia se aumenta mas i mas rápidamente así que se avanza hácia el polo. Las cifras siguientes esplicarán mejor esta escala.

Se hallará	un dia de	12	horas	a la latitud de	0 grados (Ecuador)
»	»	13	»	»	16°45'
»	»	14	»	»	30°48'
»	»	15	»	»	41°24'
»	»	16	»	»	49°02'
»	»	17	»	»	54°31'
»	»	18	»	»	58°27'
»	»	19	»	»	61°18'
»	»	20	»	»	63°23'
»	»	21	»	»	64°50'
»	»	22	»	»	65°48'
»	»	23	»	»	66°21'
»	»	24	»	»	66°32'
»	»	1	mes	»	67°23
»	»	2	meses	»	69°51
»	»	3	»	»	73°40'
»	»	4	»	»	78°11'
»	»	5	»	»	84°05'
»	»	6	»	»	90°

Aunque este órden de hechos no pertenezca propiamente a la jeografía física, es conveniente conocerlos; i por eso le damos cabida en esta nota.

es un indicio casi seguro de su temperatura, i que ésta será mas alta o mas baja según sea mayor o menor su distancia de la línea equinoccial. Un solo ejemplo bastará para probarlo. Hai en los Alpes, a la altura de 2,472 metros sobre el nivel del mar un hospicio o asilo para los viajeros, llamado San Bernardo, que tiene la temperatura media de 1 grado sobre cero, e inviernos verdaderamente horribles. La ciudad de Quito, situada a una altura de 2,908 metros, i por tanto mas espuesta al frio de las alturas, tiene una temperatura media de 15.6, i el frío es desconocido allí. Esta diferencia enorme proviene simplemente de que el hospicio de San Bernardo está colocado a la latitud aproximativa de 46 grados, i Quito se halla casi bajo el Ecuador.

Sin embargo, se observa frecuentemente que dos puntos situados en una misma latitud no tienen una temperatura igual, que la línea de mayor calor no coincide con la línea del Ecuador, que el mayor frío no existe propiamente en los polos, i muchas otras anomalías que modifican la lei jeneral i de que tendremos que ocuparnos en el curso de este capítulo. De manera que aunque la causa principal que determina la temperatura de un lugar es su latitud, esto es, su mayor o menor distancia del Ecuador, hai otras causas que producen notables modificaciones. Las mas importantes de éstas son: 1.° La elevacion o altura sobre el nivel del mar; 2.° Los vientos reinantes; 3.° La mayor o menor proximidad a las orillas del mar; 4.° Las corrientes marinas que bañan las costas; 5.° La configuracion de las tierras, i la posicion i direccion de las cadenas de montañas; 6.° La naturaleza del suelo; 7.° La vejetacion i el cultivo de la tierra; 8.° Las nubes i las lluvias. Podrian señalarse todavia muchas otras causas subalternas; pero, o bien están comprendidas en las anteriores, o tienen una importancia inmensamente menor.

1.° El frío aumenta en una progresion mui rápida a medida que nos elevamos sobre el nivel del mar. La nieve que bajo todas las latitudes cubre la cima de las altas montañas, proba-

ría suficientemente este hecho, si fenómenos de otro órden dejaran el menor lugar a duda. Quito, situada bajo la línea equinoccial, tiene, por estar colocada a 2,908 metros sobre el nivel del mar, una temperatura igual a la del puerto de Nisa, situado a 43° de latitud norte. En el Antisana, en el Ecuador, a 1° de latitud sur, i a la altura de 4,000 metros, se ha observado la misma temperatura media (3°5) que en San Petersburgo, situado sobre el nivel del mar i a 59°56' de latitud norte. La isla de Jamaica está situada en la misma latitud que Méjico; pero esta ciudad, colocada a 2,277 metros sobre el nivel del mar, tiene una temperatura templada, miéntras que la de aquella isla es sumamente ardiente. Esta influencia de la elevacion sobre la temperatura ha sido comprobada directamente en las ascensiones ejecutadas por algunos sábios en las altas montañas. El célebre físico Saussure observó en los Alpes que el termómetro bajaba un grado por cada 144 metros de elevacion; Humboldt observó en el Chimborazo el descenso de un grado por cada 218 metros. Las observaciones practicadas en los viajes aereostáticos, cuando por la situacion del observador, la temperatura no está afectada por circunstancias locales, como el calentamiento del suelo, confirman el mismo hecho. La causa que produce este fenómeno es perfectamente conocida: las capas inferiores de la atmósfera i por lo tanto las mas densas, reciben mucho mas calor que las capas mas enrarecidas. Pero no se conoce fijamente la lei en que se verifica el enfriamiento de las capas superiores, porque las observaciones hechas hasta el presente no bastan para dar un resultado preciso, i porque una multitud de causas secundarias puede modificar considerablemente las cifras recojidas en la observacion. Apesar de esto, i haciendo abstraccion de los detalles, se admite en jeneral que en los climas templados la temperatura baja por término medio 1° por cada 160 metros de elevacion en las montañas; pero esta diferencia es casi doble elevándose en el aire, en un globo, por ejemplo, allí donde no se esperimenta el efecto inmediato de la reflexion del calor, como

cuando pisamos el suelo. Así se comprenderá que un aereonáuta, que se eleva a la altura de 1,000 o 2,000 metros en la rejion del aire, debe esperimentar un frio superior en mas del doble al que nota un viajero que escala una montaña hasta igual altura.

Los resultados siguientes, observados en la rejion de la cordillera de los Andes, encerrada entre el grado 11 de latitud boreal i el 5 de latitud austral, harán comprender mejor la influencia que sobre la temperatura tiene la elevacion del terreno.

	Metros sobre el nivel del mar.	Temperatura media.
Cumaná....................	0	27.05
Anserna Nueva..	1050	23.70
Latacunga..................	2860	15.50
Cumbal......................	3219	10.07
Antisana......	4070	3.40
Nieves perpétuas...........	4500	1.60
Ventisquero de Antisana.	5460	—1.70

La distribucion de la vejetacion en las montañas obedece a estas leyes. Al pié de una montaña ecuatorial se encuentra la rejion de las palmeras. Subiendo mas arriba se encuentran gradualmente la rejion de los olivos, de las vides, de los cereales, de los rododendros, i por fin, de una verdura débil i raquítica, pasada la cual se encuentran la aridez i las nieves eternas. Subiendo a una montaña ecuatorial se observa, pues, en un espacio limitado, la misma gradacion de vejetacion que hai del ecuador al polo.

2.° Los vientos reinantes en cada comarca modifican singularmente la accion reunida de todos los elementos que constituyen el clima físico. Toda la masa de calor i de frio que rodea el globo está en un flujo contínuo i universal. Así, el c alor de la zona tórrida, i el frio polar se contrapesan mútua-

mente, i de la fluctuacion de su equilibrio dependen las variaciones de calor i de frio que se esperimentan en las rejiones templadas. Todo viento que llega del polo vecino a la zona templada, es frio; i todo viento ecuatorial es ahí caliente. El viento del sur, por ejemplo, refresca los alrededoros del cabo de Buena Esperanza i la estremidad sur de la América meridional; miéntras que el viento del norte produce el mismo efecto en Europa (1). Entre los trópicos, el viento que pasa por llanuras poco elevadas i cubiertas de arenas ardientes, debe ser seco i caliente. Los vientos que nacen en las montañas son frios i secos si aquéllas están cubiertas de hielo, o húmedos cuando en las montañas reina la humedad. Los vientos de mar producen neblinas i con frecuencia la lluvia. La brisa de mar influye no solo en que la temperatura de la costa sea mas pareja, sino en que, como dejamos dicho en el capítulo anterior, la hora de mayor calor sea entre nueve i once de la mañana. De aquí se sigue que todo el pais de la zona templada que no está separado del ecuador mas que por una grande estension de tierras, posée una temperatura mas ardiente que el que tiene entre él i la zona tórrida vastos mares. Los paises de las zonas templadas que tienen entre ellos i el polo vecino muchas tierras i que están separadas del ecuador por el mar, tendrán un clima habitualmente mas frio que otros paises situados en la misma latitud, pero bajo otras condiciones. Los paises que tienen una vasta estension continental de este a oeste, poséen vientos mas calientes, como puede observarse en la Senegambia, cuyo calor es mui superior al de las Antillas.

3.° La configuracion horizontal que presenta toda grande estension de tierra, es decir, la mayor o menor estension de costas que posee un país comparativamente a su superficie, i la situacion i direccion de las costas, modifican de una manera

(1) En el párrafo siguiente, al hablar de la influencia de la vecindad de las costas, señalaremos otros hechos que están íntimamente relacionados con la accion climatolójica de los vientos.

estraordinaria los efectos de la salud. La inmediacion del mar modera las temperaturas escesivas. Como el océano no esperimenta mas que lijeras variaciones en su temperatura propia, tiende a igualar la distribucion periódica del calor en las diversas estaciones del año, i por consiguiente, a elevar la temperatura del invierno i a bajar la del verano en los países que baña i hasta donde se hace sentir su influencia. De aquí nace el contraste singular entre el clima de las islas i de las costas i el clima del interior de los continentes, i la distincion universalmente admitida de *climas marítimos* i *climas continentales*. La Europa presenta un notable ejemplo de este contraste. Orleans, Paris, Lóndres, Edimburgo, apesar de su diferencia de latitd, situadas puede decirse así, en una línea que de norte a sur mide ocho grados, tienen una temperatura media casi igual; miéntras que en la parte oriental del continente, por cada dos grados de latitud se produce una variacion de mas de 1° en la temperatura. Una isla, una península, una rejion que por medio de una costa accidentada está en contacto con una gran masa de agua, que conserva durante el invierno una parte del calor que ha recibido en el verano, posée un clima mas templado, inviernos mas suaves i veranos mas frescos que el que se observa bajo la misma latitud en el interior de los continentes. Las ciudades de Amsterdam i de Varsovia están sisituadas casi en el mismo paralelo, i aun la primera está un poco mas al norte que la segunda, i sin embargo, la temperatura media de aquella es mas de 4 grados superiores a la de ésta.

Esta influencia de la proximidad de los mares es particularmente sensible cuando las tierras están situadas al este del mar, como sucede en Chile. Se comprenderá mejor esta lei con la esplicacion de un hecho mui importante. Las costas orientales i occidentales de la América del norte tienen entre sí temperaturas mui desiguales; i miéntras en las segundas existe entre el invierno i el verano una diferencia que podemos llamar moderada, se nota en las costas orientales una variacion enor-

me entre una i otra estacion, que ha alcanzado a ser en ocasiones en algunos lugares de cerca de sesenta grados. La contra corriente de los vientos alísios sopla, como se sabe, en el hemisferio norte del sureste a noreste. Despues de recorrer el océano Pacífico, llega a las costas occidentales de la América del norte con una temperatura casi constante en toda estacion, mas fresca que la de las tierras en el verano, i mas caliente que la del invierno, de modo que tiende a uniformar las temperaturas de las estaciones estremas. Al atravesar el continente americano, la contracorriente encuentra en el verano una grande porcion de tierra que el Sol ha recalentado, se impregna de calor i va a repartirlo a la costa oriental de los Estados Unidos i al Canadá, que tienen por esta razon un verano en estremo ardiente. En el invierno, la rejion interior del continente está mui fria, en parte cubierta de nieve. Entónces la contra-corriente de los vientos alísios se enfria mucho, i va a llevar a la costa oriental una temperatura mui baja, produciendo inviernos sumamente frios.

En la zona templada del sur del continente americano se nota tambien una diferencia semejante. En igualdades de latitudes, la temperatura media de la costa occidental es de 3 grados i medio inferior a la de la costa oriental; pero en la primera la temperatura de las estaciones estremas es mucho mas uniforme. Así, por ejemplo, en Valparaiso no hai entre las temperaturas medias del invierno i del verano mas que una diferencia de 6 grados; miéntras que en Buenos Aires es de 11, pero entre las temperaturas estremas observadas en esta última ciudad hai una diferencia de 38 grados, entre—2,2, mínimum absoluto i 35,6, máximum estremo.

4.° Esta diferencia es mayor todavía cuando las costas están bañadas por una corriente marina. La corriente fria de Humboldt produce en la costa occidental de la América del sur una temperatura fresca, aun bajo la zona tórrida. La corriente del golfo, como hemos dicho en otra parte, tempera las costas del norte de Francia, de la Inglaterra, de la Islandia i de la Norue-

ga. La corriente fria que baja del mar de Baffin enfria las costas del Canadá i de los Estados Unidos. La existencia del mar libre del polo, descubierto por los esploradores norte-americanos Kane i Hayes, no puede esplicarse sino por el efecto de las corrientes templadas que en el Atlántico i en el Pacífico se dirijen hácia el polo norte.

5.° El clima de un país no se modifica solo por su configucion horizontal; el relieve del suelo, es decir, su configuracion vertical, ejerce una poderosa influencia. Las montañas obran de muchas maneras sobre el clima de las llanuras adyacentes: abrigan la comarca que dominan, contra ciertos vientos o cambian su direccion: dan oríjen a las corrientes de aire fresco que descienden por la tarde: sus rocas cuando están desnudas, reverberan el calor. De la posicion de las cadenas de montañas resulta tambien lo que se llama la *esposicion* de un pais, esto es, su inclinacion relativa respecto al ecuador, o respecto al oriente o al occidente. En una cadena de montañas o colinas que se estienda de este a oeste en el hemisferio del norte, se observará que los lugares situados al lado sur, que reciben los rayos del Sol casi perpendicularmente por la inclinacion del terreno tienen una temperatura mucho mas alta que los del lado norte, que por la misma inclinacion del terreno reciben los rayos del Sol con mucha mas oblicuidad. En una cadena de montañas o de colinas que se estienda de norte a sur, se observará que los lugares situados en la pendiente oriental, que reciben el Sol en la primera mitad del dia, es decir, cuando los rayos caloríficos tienen que combatir el frio que se ha reunido durante la noche, tendrán una temperatura inferior a la de los paises situados en la pendiente occidental, que son bañados por el Sol en las horas mas ardientes del dia, i cuando el calor de la mañana ha temperado la masa jeneral de la atmósfera. Debe advertirse que esta lei jeneral sufre muchas modificaciones por infinitas causas secundarias.

Este efecto es todavía mas sensible, si se compara la temperatura de los lugares situados en la misma latitud i en una altura

igual, pero colocado el uno en una meseta i el otro en la falda de una montaña. La irradiacion de una mayor porcion de tierra, que forma la pendiente. en un mismo lugar, como sucede en el último caso, será causa de un calor mucho mas intenso. Por eso tambien, el esplorador que recorre los aires en un globo aereostático distante de todo centro de irradiacion, tendrá una temperatura mucho mas baja que la de un lugar situado en la misma latitud i a la misma altura.

6.º La naturaleza del suelo debe influir sobre los climas de muchas maneras. Todos los terrenos no se calientan con la misma prontitud. Un suelo pierde pronto el calor adquirido; otro lo conserva largo tiempo. Los terrenos arcillosos i los que están impregnados de sales, absorben ménos calor, i por lo tanto la irradiacion que producen no es considerable. Por el contrario, los terrenos arenosos, cuando son secos, aumentan el calor. Se cree jeneralmente que el gran frio i el aire malsano de las provincias de Astracan i de Oremburg, situadas al sur de la Rusia i en las orillas del mar Caspio, se debe en parte a la naturaleza salina del suelo, miéntras que muchas provincias de Francia deben su temperatura seca i saludable a que su suelo es arenoso, calcáreo, i en jeneral lijero. Los terrenos áridos i que contienen muchas rocas, suninistran ménos vapores. Por el contrario, los terrenos pantanosos, i aun los arenales constantemente inpregnados de humedad, disminuyen el calor; i como las aguas están jeneralmente estancadas, la duracion de las heladas se prolonga sin que por esto produzca un cielo sereno i exento de neblinas malsanas. Por esta razon, el invierno de la Holanda es mui desagradable i frio. El efecto de los pantanos en las rejiones tropicales es mas funesto todavia a causa de las emanaciones pútridas i deletéras que exhalan. La esperiencia enseña que las mas pequeñas diferencias en las cualidades sensibles de la superficie de los cuerpos son suficientes para darles propiedades diferentes con respecto a la absorcion i la irradiacion del calor; por ejemplo, diferencia de pulimento o de rugosidad; de color, como cuando

son blancos o negros; de material, como cuando son metálicos, vidriosos, de sustancias vejetales, húmedas o secas Todas estas circunstancias influyen igualmente en la tierra para la absorcion i la irradiacion del calor terrestre.

7.o Sin el cultivo, pocos climas serán templados i agradables. En los países en que no se ha puesto en ejercicio el trabajo de los hombres civilizados, los rios, desbordándose en las tierras bajas, forman pantanos pestilentes; i las selvas, bosques i zarzales son tan numerosos e impenetrables, que impiden que el suelo reciba la influencia benéfica de los rayos del Sol. El aire, por estas causas está constantemente inpregnado de exhalaciones nocivas. Pero los esfuerzos del hombre, dirijidos con ardor i perseverancia, producen cambios sorprendentes: se disecan los pantanos; se reducen los rios a su cauce; se espone a la accion del Sol i de los vientos el suelo convenientemente desmontado, i la diminucion de la selva levanta la temperatura i facilita la libre circulacion de la atmósfera. Es indudable que muchas partes de Europa gozan ahora de un clima mejor que el que tenian en tiempo de los romanos, i aun en épocas mas recientes. Muchos distritos de la América del norte han esperimentado un cambio semejante en su clima desde que ha aumentado su poblacion. La destruccion de las selvas, como lo hemos dicho en otra parte, puede, sin embargo, causar los mas perniciosos efectos, si no se hace con prudencia, porque se priva a un pais de un amparo contra ciertos vientos, o se le quita una parte de su humedad, puesto que es bien conocido que la falta de vejetacion produce una grande evaporacion. La sequedad, el calor, la esterilidad de las islas del Cabo Verde son debidos a la destruccion de las selvas. La Grecia, la Italia i muchos otros paises han sufrido un cambio en su clima por la misma causa. Se atribuye tambien a esta causa el que la parte sur de la Islandia sea mas accesible que ántes al frio que proviene del océano Artico. En un sentido contrario, la industria humana modifica la temperatura, moderando los calores de los paises áridos, por medio del cultivo

de los campos, de los riegos i de las plantaciones. Aunque no existen observaciones regulares hechas en Chile de sesenta años atras, se sabe que el riego i cultivo del llano de Maipo han templado considerablemente el clima de Santiago, moderando los calores del verano sin aumentar los frios del invierno.

2.° Como es fácil comprender, el estado habitual de la atmósfera debe ejercer una accion considerable sobre el clima de una rejion dada. Las variaciones atmosféricas tienen una influencia decisiva sobre la temperatura de cada dia. Las noches mas frias son aquellas en que un cielo completamente despejado no pone ningun obstáculo a la irradiacion. Por el contrario, las nubes impiden durante el dia que los rayos del Sol lleguen con toda su fuerza hasta la Tierra. En muchos paises, donde no hai otras causas que produzcan un efecto contrario, las nubes son causa de que el invierno sea ménos frio, i el verano ménos ardiente. Las lluvias contribuyen poderosamente a este último resultado. No solo bajan considerablemente la temperatura por la gran capacidad del agua para recibir el calórico sin calentarse mucho, sino que, evaporándose en seguida, absorben una gran cantidad del calor de la Tierra i de las capas atmosféricas mas bajas. Basta observar una borrasca de verano para comprender la exactidud de esta observacion. La precede una temperatura elevada i sofocante; pero la lluvia i la evaporacion que se siguen, refrescan notablemente el aire. En los trópicos es donde se percibe mejor la influencia del cielo sobre la temperatura. La altura meridiana del Sol varia poco en esas rejiones, i son las lluvias las que reglan la marcha de la temperatura. Como hemos dicho en otra parte, las lluvias tienen lugar en un punto de la zona tórrida cuando el Sol está en el zenit; i entónces, en vez del calor ardiente que debiera percibirse, se observa una temperatura baja; i solo cuando el astro se retira de ese lugar, comienza un nuevo acrecentamiento de la temperatura.

Todas estas causas de perturbacion en la lei jeneral de la

temperatura influyen no solo en los cambios totales que se notan en un pais, sino en las modificaciones parciales que se esperimentan en un año. Así, por ejemplo, se verifica en Chile que los inviernos ménos lluviosos, en los que la atmósfera está casi constantemente despejada, son con mucho aquellos en que se observan mayores frios. El mayor calor se observa en nuestro pais, por regla jeneral, entre el 1.° i el 15 de enero; pero algunos años se ha visto que, a consecuencia de los vientos o de otras causas que han disminuido su intensidad, los dias mas ardientes han tenido lugar en la primera mitad de febrero. Son siempre las mismas causas de perturbacion las que producen este resultado.

3.—Las nieves que cubren las cimas de las altas montañas tienen un límite inferior que varia con las estaciones; pero llegando a cierta altura se encuentra una línea en la cual se detiene el derretimiento aun durante el verano. Esto es lo que se llama el límite de las nieves perpétuas. Es fácil comprender que el límite de las nieves perpétuas se encuentra tanto mas alto cuanto mayor es el calor que hace al nivel del mar. Está al nivel del suelo en las rejiones polares donde reina un frio contínuo i a una grande elevacion bajo los trópicos. Como hemos dicho en otra parte, si en este fenómeno no debiera influir mas que la latitud del lugar, esto es, la mayor o menor oblicuidad de los rayos solares, la línea de las nieves perpétuas debia formar una curva regular que, partiendo de la superficie de la Tierra en el polo sur, fuése elevándose gradualmente hasta llegar a una altura de cerca de 5000 metros en el ecuador, para bajar en seguida proporcionalmente hasta tocar la Tierra en el polo norte. En jeneral, esta lei se cumple; pero presenta numerosas anomalias a causa de las infinitas circunstancias que perturban la temperatura del globo, i que acabamos de pasar en revista.

Todavia el límite de las nieves perpétuas depende de otra circunstancia mui importante. Es evidente que en las laderas

escarpadas i cortadas casi a pico, las montañas no podrán sostener la nieve, que, por su propio peso, debe desprenderse fácilmente.

El cuadro siguiente dará una idea aproximativa de la línea de las nieves eternas; pero las observaciones subsiguientes harán conocer sus irregularidades.

Montañas	Latitudes	Límites de las nieves	
Spitzberg	79° norte	0	metros
Mageroe (isla del litoral de Noruega).	71°15'	720	»
Noruega interior	66° a 67	1266	»
Islandia	65°	936	»
Ural setentrional	59°40'	1460	»
Kamschatka	56°40'	1600	»
Altai (Asia central)	49° a 51°	2144	»
Alpes	45° a 46°	2708	»
Cáucaso del sur	43°21'	3372	»
Pirineos	42 a 43°	2728	»
Himalaya (vertiente setentrional)	30° 3'	5067	»
Id. (vertiente meridional)	id. id.	3956	»
Méjico	19° 5'	4500	»
Abisinia	13°10'	4287	»
Andes de Quito	0'	4818	»
Cordillera oriental de Bolivia	14° a 9° sur	5200	»
Id. occidental	14° a 9°	5130	»
Id. de Copiapó	28°	4500	»
Id. de Aconcagua	33°	4000	»
Id. de Santiago	33°30'	3300	»
Id. de Curicó	35°	2500	»
Id. de Talca	35°30'	2800	»
Id. de Chillan	36°30'	2500	»
Id. Velluda	37°	2000	»
Id. Llanquihue	4°	1530	»
Estrecho de Magallanes	54° a 55°	1130	»
Tierra de la Trinidad	63°	0	»

Se ve que, de una manera jeneral, la línea de las nieves perpétuas se baja del ecuador hácia el polo; pero debemos analizar algunas de las numerosas escepciones de esta regla.

La cadena del Himalaya se estiende de oriente a poniente en el hemisferio setentrional i mui poco al norte del trópico de Cáncer. Su vertiente meridional recibe mayor candidad de calor que la setentrional. Mas aun, a consecuencia de su declive, recibe los rayos del Sol casi perpendicularmente; i sin embargo, se observa que la línea de las nieves perpétuas es cerca de 1,100 metros mas baja en este lado que en la vertiente opuesta. Esta gran diferencia, estraordinaria cuando solo se consideran las leyes jenerales, es debida a los cambios de los monzones. En el norte del Himalaya se estiende una vasta meseta cubierta de arena i de guijarros, un verdadero desierto. El contraste entre la temperatura del aire encima de esa meseta i la del mar situado al sur, produce los monzones. Así, en el norte del Himalaya habrá vientos calientes de tierra; al sur, vientos frescos de mar. El descenso de la línea de las nieves al sur es favorecido todavía por la direccion de estos vientos. Durante el verano soplan del suroeste i llevan vapores que se condensan en la cadena de motañas, i forman una banda de nubes i de neblinas que impiden la accion del Sol sobre la nieve, miéntras que al norte el sol está casi sereno.

En los Andes de Chile existe otra anomalía semejante. Es sabido que la cordillera tiene una pendiente mucho mas rápida en su vertiente occidental, i que por esta razon debiera sujetar en sus faldas ménos cantidad de nieve que en la vertiente oriental. Mas todavía, la vertiente occidental recibe los rayos solares a las horas mas ardientes del dia, cuando el calor jeneral de la temperatura ha vencido el frio de la mañana; i sin embargo, se observa que la línea de las nieves perpétuas está mas baja al lado de Chile que al de la República Arjentina. Se debe esto a los vientos calientes del este i a la irradiacion de las estensas tierras que existen en la rejion oriental.

4.—Cuando se estudia la temperatura del globo se observa

que las tierras situadas en el hemisferio austral gozan en jeneral de un clima ménos ardiente que las que están situadas en las latitudes correspondientes del hemisferio boreal. La línea del mayor calor no coincide con la línea equinoccial, i, salvo una pequeña rejion del Pacífico donde aquella línea baja mas abajo del ecuador, está situada constantemente en el hemisferio boreal i aun se inclina al norte al atravesar los continentes. Esta circunstancia ha dado lugar a muchas hipótesis. Se ha tratado de esplicarla por una causa astronómica, atribuyéndola a que el verano es cuatro dias mas largo en el hemisferio boreal; pero esta diferencia es de poca importancia i está ademas compensada en gran parte por la circunstancia de que la tierra está mas cerca del Sol durante el verano del hemisferio austral. Parece mas lójico atribuir esa diferencia a la vasta estension de oriente a occidente de las tierras del hemisferio boreal. Esas tierras, recalentadas en el verano, guardan mayor cantidad de calor que las porciones comparativamente pequeñas de los territorios del hemisferio sur.

Otra diferencia mui digna de considerarse es que el continente americano goza en jeneral de una temperatura mucho mas fresca que el viejo mundo, de tal manera que se observa una diferencia mui notable entre el clima de los lugares situados en una misma latitud en ámbos continentes. «Causas múltiples, en parte conocidas imperfectamente hasta ahora, dice Humboldt, contribuyen a disminuir la sequedad i el calor en el nuevo mundo. La estrechez de este continente, tan angosto al norte de los trópicos, donde la evaporacion de una vasta estension de agua tempera las corrientes ascendentes del aire; su prolongacion hácia los dos polos helados; el océano libre, cuya superficie está barrida por el soplo refrescante de los vientos alísios; la falta de relieve de las costas orientales; las corrientes marinas frias que, partiendo de las rejiones antárticas i dirijiéndose del sureste al noroeste, bañan las costas de Chile i del Perú hasta el cabo de Pariñas, donde tuercen violentamente hácia el oeste; las numerosas cadenas de montañas, abundantes en ma-

nantiales, i cuyas cimas heladas se elevan mas arriba de todas las nubes i producen en sus pendientes corrientes de aire descendentes; la abundancia de rios de un ancho enorme que despues de innumerables rodeos van a desembocar en las costas mas distantes; llanuras que no son arenosas i que por lo tanto irradian ménos calor; selvas impenetrables que, abrigando el suelo contra los rayos del Sol, cubren las llanuras regadas de la rejion ecuatorial i mantienen el interior del pais, léjos de las montañas i del océano, masas enormes de agua: todas estas condiciones reunidas producen en las rejiones bajas de la América un clima que, por su frescura i su humedad, contrasta singularmente con el del Africa. Tal es la única causa de esta exuberancia de vejetacion, que carecteriza al nuevo continente» (1).

5.—Por todo lo que precede se verá que los climas astronómicos, es decir, que las zonas jeográficas formadas por los paralelos de latitud, estan mui léjos de corresponder invariablemente a los climas físicos. Por lo tanto, los meteorolojistas, en vista de los resultados suministrados por la observacion directa, han querido trazar sobre el mapa otras séries de líneas que sirven para indicar la temperatura de los lugares por donde pasan. Humboldt, a quien este ramo de las ciencias debe sus mas sólidos progresos, ha dado a estas líneas los nombres de *isoquímenas,* de *isoteras* i de *isotermas.* Estas denominaciones, derivadas del griego, significan simplemente igual invierno, igual verano, igual calor. Como lo indican sus nombres, estas líneas pasan por los lugares en que se ha observado que las temperaturas del invierno, del verano o anuales, son las mismas. Todas estas líneas, léjos de coincidir con los paralelos que unen los puntos situados a la misma distancia del ecuador, representan curvas de inclinaciones mui variables. Vamos a tratar desde luego de las dos primeras, advirtiendo que las observaciones recojidas hasta

---

(1) *Tableaux de la nature* (trad. de Hoefer.) tomo 1.º, pájs. 22 i 23.

ahora no son suficientes para trazarlas en una carta jeneral del mundo; porque si bien se conoce la temperatura de Europa i de una gran parte de la América del norte, faltan los datos precisos para apreciar con rigorosa exactitud las del resto del globo.

Las líneas isoquímenas que salen de la América setentrional, se elevan estraordinariamente al atravesar el océano Atlántico, por la influencia del calor de la corriente del golfo; pero desde que penetran un poco en las costas del continente europeo, bajan rápidamente al sur en su marcha hácia el oriente; porque los paises situados al este del viejo mundo i en el interior de las tierras, tienen invierno mas rigoroso que los que están colocados en el oeste. Así, por ejemplo, una línea isoquímena que pasa un poco al norte de Quebec, en el Canadá, en su marcha al oriente se eleva al norte, atraviesa la Groenlandia, toca en el mar Artico a la altura de 75°, i penetrando en el continente europeo por la Laponia, va a pasar al oriente de San Petersburgo, recorre toda la Rusia europea, corta el mar Caspio i el de Aral, se confiunde con los montes Altai, i al fin atraviesa la península de Kamtchatka para penetrar de nuevo en el continente americano por la América rusa. Para que se comprenda mejor esta desviacion de las líneas que marcan la igualdad de inviernos, conviene señalar algunas indicaciones numéricas. Montreal, en el Canadá, está situado a 45°31'; Hernoesand, en el golfo de Botnia, en Suecia, está a 62°38'; i San Petersburgo, capital del imperio ruso, está a 59°56'; i sin embargo, todos estos lugares, apesar de su diferencia de latitud, tienen una temperatura análoga en invierno, entre —8° i —9°. Halifax, en la Nueva Escocia, América del norte, está situado a 44°39'; i el cabo Norte, en Noruega, a 71°10'; i ámbos lugares, separados por una diferencia tan enorme en la latitud, tienen una temperatura de invierno análoga, esto es, entre —4° i —5°. El invierno de Escocia es tan suave como el de Milan. La isla de Unst, una de las Shetland, situada a 60°52' de latitud norte, tiene la misma temperatura de invierno que Triestre, que se halla a 45°39'.

Las líneas isoteras, por el contrario, se encorvan hácia el norte en las dos masas continentales del viejo mundo i de la América del norte, i bajan considerablemente hácia el sur al atravesar los dos grandes océanos. Solo en el interior de los continentes se observa que en latitudes iguales las temperaturas de verano son casi las mismas. Así, por ejemplo, la línea isotera que pasa por Quebec, en el Canadá, baja al atravesar el Atlántico, penetra en Francia un poco al norte de Burdeos, atraviesa este país, la Suiza, el Austria hasta tocar cerca del mar Negro, i de ahí, inclinándose un poco al norte, recorre la Rusia europea, pasa al Asia por el sur del Ural i despues de recorrer una parte de la Rusia asiática, penetra en la Mongolia, atraviesa la isla de Yeso, baja de nuevo en el Pacífico, i penetra otra vez en el continente americano bastante al sur de San Francisco de California, para elevarse en seguida hácia el norte al atravesar la América setentrional.

Hemos dicho que las líneas isoquímenas i las isoteras no coinciden entre sí, ni tampoco con los paralelos que marcan los grados de latitud. En efecto, es tal el conjunto de circunstancias que producen las modificaciones de la temperatura, que es de todo punto imposible el fijar una lei que relacione las temperaturas de verano i las de invierno. Así sucede que en ciertos lugares como en las costas de la zona tórrida, la diferencia es corta, i por lo tanto las líneas isoteras e isoquímenas se acercan; pero en otros lugares esa diferencia es enorme. El cuadro siguiente esplicará mejor la diferencia que hai entre las temperaturas estremas observadas en diversos lugares:

Lugares	Temp. máx.	Temp. mín.	Diferencia.
Paramaribo (Guayana)...........	28,6	25,6	3
Suriñan........	32,3	21,3	11
Martinica..............................	35,0	17,1	17,9
La Serena.............................	23,8	7,8	16,0
Madras..................................	40,0	17,3	22,7

Concepcion	30,0	3,3	26,7
Valdivia	28,0	— 1,0	29,0
El Cairo	40,2	9,1	31,1
Santiago	32,9	— 3,2	35,1
Roma	31,3	5,0	36,3
Copenhague	33,7	— 7,8	41,5
Padua	36,3	— 5,6	41,9
Cambridge (Estados Unidos)	38,5	—24,6	63,1
San Petersburgo	33,4	—34,0	67,4
Moscow	32,0	—38,8	70.8
Llanuras setentrionales de la América del norte	30,5	—56,7	87,2

Es evidente que estas condiciones climatolójicas deben tener una influencia considerable sobre la distribucion jeográfica de los séres organizados. El hombre, gracias a las invenciones de su industria, que le permiten defenderse en cierto modo contra los frios i los calores excesivos, puede vivir en todas partes. No sucede otro tanto con los animales i las plantas. Muchos animales, particularmente los mamíferos, que no pueden hacer tan grandes emigraciones como las aves, evitan los climas estremos. Si se traza, pues, una línea por los puntos que limitan al norte i al sur el espacio habitado por estos animales, esta línea coincidirá casi con una isoquímena. Así, por ejemplo, hai una especie de ciervo que se encuentra en Suecia bajo la latitud de 65°; pero en Asia no pasa de los 55°. Las mismas observaciones se aplican a la distribucion climatolójica de los vejetales. Sin embargo, importa distinguir los vejetales arborescentes de los que no son mas que anuales. El maiz, orijinario de las rejiones tropicales, puede ser cultivado en las partes mas frias de la zona templada con tal que tenga un período de tres o cuatro meses de calor considerable, i exento de nieves i de hielo. Así sucede que el Canadá, con una temperatura de invierno semejante a la rejion mas setentrional de la Suecia i de la Rusia, tiene un verano mas ardiente que el de Méjico, durante el cual

se cultiva fácilmente el maiz. Esta materia será tratada mas estensamente al bablar de la jeografía zoolójica i de la jeografía botánica.

6.—Cuando se piensa en el número i en la diversidad de influencias que modifican contínuamente, ya en un sentido ya en otro, la temperatura de un lugar, se ve que es preciso hacer una série casi infinita de operaciones para determinar su valor medio. La observacion termométrica es mucho mas difícil de lo que parece a primera vista. Ademas de que se necesitan instrumentos de la mayor precision, es indispensable elejir con mucho cuidado el lugar donde deben colocarse para que no estén espuestos a mayor calor o a mayor frio del que efectivamente reina en el aire ambiente. Aunque se conozcan con bastante aproximacion las horas mas ardientes i las mas frias, no basta para una observacion prolija el tomar esas solas temperaturas, porque suelen ocurrir accidentes atmosféricos, como un viento, que perturben la lei jeneral. Así, pues, las observaciones de esta clase, para ser perfectamente prolijas exijen una atencion casi de cada hora. Pero se puede llegar a un resultado bastante aproximativo por los métodos que vamos a esponer.

«Cuando el Sol está sobre el horizonte, dice Kaemtz, obra con tanta mas intensidad sobre la Tierra i sobre las capas inferiores de la atmósfera cuanto mas elevada es su altura. Una parte de este calor, penetra en el suelo; la otra se pierde irradiando hácia la atmósfera i los espacios celestes. Antes de mediodia, la Tierra recibe a cada instante una cantidad de calor superior a la que pierde por la irradiacion, i su temperatura se eleva. Este efecto se continúa aun durante algun tiempo despues que el Sol ha pasado el meridiano. Resulta de aquí que se debe observar una cantidad *máxima* de calor algunas horas despues de mediodia (como a las dos de la tarde). Cuando el Sol se baja hácia el horizonte, su accion se hace ménos poderosa, la pérdida por irradiacion es superior a lo que la Tierra gana por absorcion, i el calor disminuye tanto mas rápidamen-

te cuanto mas cerca está el Sol del ocaso. Desde que ha desaparecido, la fuerza calorífica no existe, i todo el calor adquirido irradia hácia los espacios celestes. La temperatura baja, i bajaria mas aun si una parte del calor que ha penetrado en las capas superficiales del suelo no volviese a la superficie en virtud del poder conductor de la Tierra. Este enfriamiento continúa hasta que la aurora anuncia la vuelta del Sol, que calienta de nuevo las rejiones que alumbra. La cantidad *mínima* de temperatura del dia debe, pues, encontrarse en el momento de la salida del Sol.»

Conocido aproximativamente el máximum i el mínimum de la temperatura diaria, se deduce que para obtener la temperatura media de un dia, se podrá tomar el término medio de las dos temperaturas estremas, observando el máximum a las dos de la tarde, i el mínimum media hora ántes de la salida del Sol. Se puede conseguir el mismo resultado por medio de tres observaciones, la primera al salir el Sol, la segunda a las dos de la tarde i la tercera al ponerse el Sol; o bien como la primera i la segunda de esas horas varian cada dia, hacer tres observaciones a horas fijas, a saber, a las nueve de la mañana, a las dos de la tarde i a las nueve de la noche. En el primer caso, se suman las dos temperaturas estremas, i esa suma se divide por dos: en los otros casos es preciso sumar las tres temperaturas i dividirlas por tres: el cuociente será mui aproximativente la temperatura media del dia.

La temperatura media de un mes se obtiene sumando las temperaturas medias de todos los dias del mes, i dividiendo esa suma por el número de dias del mes. En la zona templada del hemisferio sur, la temperatura mas baja se observa en julio: en seguida se eleva lentamente en agosto, i con mas o ménos rapidez sigue aumentando hasta el mes de enero, donde alcanza ordinariamente su máximum. Entónces comienza a bajar primero con lentitud i en seguida con mayor rapidez, hasta llegar de nuevo a su mínimum en julio. La lei de esta marcha de la temperatura se deduce de la posicion del Sol respecto de nues-

tro hemisferio, es decir, de su mayor o menor altura, i de la lonjitud relativa de los dias i de la noche. Pero, como la temperatura no es un efecto instantáneo de la presencia del Sol, i como ella es el resultado de su accion prolongada, o en otros términos, de la acumulacion del calor en la superficie de la Tierra, aquélla aumenta aun despues del solsticio de diciembre, cuando el Sol comienza a retirarse de este hemisferio i cuando principian a acortar los dias, miéntras este alejamiento de ese astro i la disminucion de los dias son poco sensibles, hasta que el calor que la Tierra adquiere cada dia se compensa con el que pierde cada noche por la irradiacion. Del mismo modo, por un efecto contrario, el descenso de la temperatura continúa aun despues del solsticio de junio, porque la irradiacion de cada noche es superior al calor que recibe cada dia. Así, en Santiago se observa que el dia mas ardiente i el mas frio del año ocurren casi siempre en la primera mitad de enero i en la primera mitad de julio, esto es, quince o veinte dias despues del solsticio de verano i del de invierno.

La temperatura media del año es la suma de las temperaturas medias de los doce meses dividida por 12. Se han empleado ademas diversos medios que conducen al mismo resultado. Indicaremos aquí que la temperatura media del mes de abril en la zona templada del hemisferio sur, i la del mes de octubre en la zona templada del hemisferio norte se acercan mucho, i con frecuencia son iguales a la temperatura media del año.

En fin, se busca la temperatura media del año para obtener la temperatura media de un lugar. Para esto, se necesita haber observado muchas temperaturas medias anuales: sumadas éstas, se dividen por el número de los años en que se ha hecho la observacion. Las cifras siguientes indicarán las temperaturas medias de algunos lugares de la Tierra.

Isla Melville (al norte de la América setentrional, lat. 74°47')	—18,7	Mar de Groenlandia	— 7,7
		Cabo Norte (Noruega)	10,1
		San Petersburgo	3,5
Nueva Zembla	— 9,5	Moscow	3,6

Estocolmo	5,6	Bogotá	15,0
Montreal	6,7	Florencia	15,3
Gota	7,3	Roma	15,4
Varsovia	7,5	Quito	15,6
Cracovia	8,0	Nápoles	16,7
Capenhague	8,2	Lisboa	16,4
Edimburgo	8,6	Méjico	16,6
Hamburgo	8,6	Buenos Aires	16,9
Berlin	8,6	Barcelona	17,0
Boston	9.3	Arjel	17,8
Dublin	9,5	Esmirna	18,2
Estrasburgo	9,8	Montevideo	19,3
Ha lem	10,0	Túnes	20,3
Viena	10,1	Canton	21,0
Bruselas	10,2	Santa Cruz de Tenerife	28.9
Londres	10,4	Carácas	22,0
Paris	10,8	El Cairo	22.4
Valdivia	11,0	Rio Janeiro	23,1
Baltimore	11,6	San Luis (Senega	24,6
Turin	11,7	Habana	25,0
Washington	12,7	Vera Cruz	25,0
Santiago	12,7	Calcuta	25,5
Milan	12,8	Bombay	26,0
Venecia	13,7	Jamaica	25,1
Constantinopla	13,7	Paramaribo	26,5
Valparaiso	14,0	Cumaná	27,4
Marsella	14,1	Kouka (Nigricia)	28,2
Madrid	14,2	Maracaibo	29.0
Copiapó	14,6	Massauah (Ejipto)	31,0

Sin embargo, el conocimiento de la temperatura media de un lugar no indica exactamente su clima. En efecto, dos lugares diversos pueden tener la misma temperatura media, i ofrecer con todo una gran diferencia bajo el punto de vista de sus producciones. Así, por ejemplo, uno de esos lugares podria tener en el verano i en el invierno una temperatura poco diferente, miéntras que el otro presentaria un invierno mui frio i un verano mui ardiente. Washington i Santiago tienen la misma temperatura media: miéntras tanto, la primera de estas ciudades tiene un invierno i un verano mucho mas rigoroso, de modo que su temperatura de invierno es mas de 4° inferior, i la de verano es mas de 3° superior. Roma i Quito tienen igual-

mente la misma temperatura media: sin embargo, en la segunda de esas ciudades el termómetro no recorre mas que dos grados entre las estaciones estremas, miéntras que en Roma recorre quince, i tiene por tanto inviernos i veranos mucho mas fuertes.

7.—Conviene advertir aquí que este sistema de tomar la temperatura media ofrece sérias dificultades. Desde luego exije que se hagan observaciones seguidas durante una larga série de años. Por otra parte, es mucho mas difícil de lo que parece el conocer la temperatura media exacta de un lugar cualquiera de la superficie del globo, i sobre todo de un lugar habitado, porque diez termómetros idénticos i bien comparados no marcan el mismo punto en un momento dado en diez calles diferentes de una misma ciudad. Desde luego puede observarse que en razon de la irradiacion de las casas habitadas i de los obstáculos que una aglomeracion de casas presenta a la circulacion del aire, la temperatura de las grandes ciudades es siempre ménos acentuada i superior a la de los campos vecinos. El meteorolojista ingles Howard ha demostrado que la temperatura media de Lóndres excede en un grado centígrado a la de todos los alrededores. Los termómetros del observatorio astronómico de Paris, están siempre ménos elevados que los del interior de la ciudad, i mas que los del observatorio meteorolójico, situado aun mas léjos de Paris. En Santiago se ha notado esta misma diferencia: los termómetros del observatorio han marcado una temperatura mas baja que los del interior de la ciudad. Aun en el campo mismo se observan diferencias de temperaturas en dos lugares cercanos, nacidas de circunstancias accidentales, como la inmediacion a un bosque, la calidad del terreno que compone el suelo, etc.

La ciencia ha querido hallar medios mas seguros para establecer la temperatura media de un lugar. Hemos dicho mas atras (cap. II § 1, páj. 23) que penetrando a cierta profundidad en el seno de la Tierra se encuentra una temperatura uniforme i constante equivalente a la temperatura media del lugar en

que se hace la observacion. Vamos a demostrar aquí en qué consiste este fenómeno que a primera vista parece un hecho simplemente casual.

Las variaciones de la temperatura atmosférica dejan de ser apreciables a una corta profundidad, a causa de que las rocas que constituyen la corteza terrestre no conducen el calor con la misma facilidad ni con la misma rapidez que el aire que nos rodea. A un decímetro de profundidad, la variacion diurna de la temperatura se trasmite con tres horas de retardo. Esto es, un termómetro enterrado en el suelo a diez centímetros, marcará el mayor calor a las cinco de la tarde, miéntras que en la superficie lo señala a las dos. Internándose mas, se observa un retardo mayor, i ademas una diferencia menor entre las temperaturas máxima i mínima del dia: esa diferencia será nula, es decir durante todo el dia el termómetro marcará la misma temperatura a una profundidad que fluctúa entre metro 0,60 i 1,3. Esta fluctuacion es debida a la naturaleza diferente del terreno en las diversas localidades.

Pero la variacion anual de la temperatura subsiste a una mayor profundidad. El calor recojido durante todo un verano penetra lentamente al traves de las capas del suelo i llega hasta una profundidad mucho mayor. Los prolijos estudios hechos en el observatorio de Bruselas durante tres años por un ilustre meteorolojista, M. Quetelet, esplican claramente este hecho. Miéntras en aquel lugar se observa al aire libre el mayor calor en julio i el mayor frio en enero, un termómetro colocado a 1 metro de profundidad marcó constantemente el máximum de temperatura a fines de agosto, i el mínimum en febrero. Otro termómetro colocado a la profundidad de metros 3.90 señaló el mayor calor en octubre i el mayor frio en abril; i por fin, un tercer termómetro colocado a la profundidad de metros 7.80 marcó el máximum de temperatura a fines de diciembre i el mínimum a fines de junio, esto es, casi una variacion opuesta a la que se observaba en la superficie de la Tierra. El

calor del verano habia necesitado 144 dias para llegar a una profundidad de metros 7.80.

Las observaciones de M. Quetelet han llegado a otro resultado no ménos interesante. En la superficie de la Tierra, el termómetro marcaba una diferencia de 14.°54 entre la temperatura de las estaciones opuestas. A un metro de profundidad, la diferencia era de 9°96: a metros 3.90, era de 4°38; i por fin, a metros 7.80 era solo de 1°45. A una profundidad mayor, entre 15 i 30 metros, segun las localidades i segun las condiciones del terreno, la diferencia entre las temperaturas de invierno i de verano es nula, esto es, hai una temperatura constante e invariable; i esa temperatura es equivalente a la temperatura media del lugar. A mayor profundidad, el calor aumenta por consecuencia del calor propio de la Tierra.

Conocidos estos hechos, es fácil deducir la temperatura media de un lugar empleando cualquiera de los dos medios siguientes:

1.° Por una sola observacion, tomando la temperatura de la Tierra a veinte metros, corrijiéndola de la elevacion de la temperatura por el calor propio del globo, que puede avaluarse en razon de 1° por 35 metros.

2.° Por las observaciones de dos meses opuestos entre sí como agosto i febrero, junio i diciembre, tomando la temperatura solamente a algunos metros de profundidad, esto es, allí donde no se hacen sentir las variaciones diurnas.

La esperimentacion ha probado la verdad de los hechos en que están fundadas estas reglas. Un termómetro colocado en setiembre de 1671 en los subterráneos del observatorio de Paris a una profundidad de 28 metros, ha marcado durante dos siglos la misma temperatura, 11°7, que es la temperatura media del lugar deducido por otros medios. La profundidad en que se encuentra esta temperatura constante no depende solo de la conductibilidad del suelo, sino tambien de los medios de accion del invierno i del verano. Será mayor en los lugares mas frios, i menor en la zona tórrida. Así, Boussingault ha he-

cho ver que en las rejiones intertropicales, donde la diferencia de las temperaturas estremas no se eleva mas que a un pequeño número de grados, basta sumir el termómetro a 50 o 60 centímetros para obtener la temperatura media del lugar.

Hai todavia otro medio para conocer mui aproximativamente la temperatura media de un lugar. Las vertientes i arroyos cuya temperatura es constante durante todo el año, i aun el agua de los pozos de 10 a 15 metros de profundidad, marcan en el termómetro un número que difiere mui poco o no difiere nada de la temperatura media calculada despues de una larga série de observaciones. Bastarán dos observaciones en esas aguas, hechas con cierto intervalo de tiempo, para reconocer la temperatura media. Pero conviene advertir que esta coincidencia se observa solo en la zona comprendida entre los grados 30 i 55 de latitud, i los lugares que están situados a ménos de 1000 metros sobre el nivel del mar. En las alturas mayores, como en las latitudes superiores a 55 grados de latitud, las vertientes de agua que salen de la Tierra tienen una temperatura mas alta que la del aire.

8.—Las líneas isotermas, como hemos dicho mas atras, son las que pasan por los puntos de la superficie del globo que tienen la misma temperatura media anual. Miéntras que las líneas de los grados de latitud trazadas en el globo paralelamente cada 111 quilómetros son de una regularidad perfecta i corresponden a otras tantas líneas ideales trazadas por los astrónomos sobre la curva esférica de los cielos, las isotermas se inclinan en numerosas sinuosidades de formas diferentes en todas las partes de la Tierra. Humboldt, que, como hemos dicho, fué el primero que tuvo la idea de unir por líneas imajinarias los puntos del globo que ofrecen analojias climatolójicas, ha enumerado cuidadosamente las causas de las sinuosidades que ofrecen estas líneas. Todas ellas han sido espuestas sumariamente en este capítulo al tratar de las variaciones que sufre la temperatura.

Se ha dado el nombre de *ecuador termal* a la línea isoterma que pasa por los puntos en que existe la temperatura media

mas elevada. Esta línea está casi por entero situada en el hemisferio boreal, mas ardiente, como sabemos, que el hemisferio del sur. Segun las observaciones de los meteorolojistas, esta línea atraviesa la América cerca del istmo de Panamá, en seguida recorre las costas de Colombia i de Venezuela hasta la desembocadura del Orinoco, se inclina un poco al sur en el Atlántico, permaneciendo siempre al norte del ecuador, penetra en el Africa por el golfo de Guinea, atraviesa todo este continente, sale de él a la altura del estrecho de Babel-Mandeb, pasa al norte de las Lasquedivas, corta el Indostan poco mas al sur de Madras, en seguida se inclina al sur, atraviesa la península de Malaca casi en su estremidad meridional, despues la isla de Borneo, e inclinándose mas al sur todavia, corta el ecuador terrestre al norte de la Nueva Guinea, se interna en el hemisferio sur, recorre paralelo con el ecuador una parte del grande océano, vuelve a elevarse al norte cortando el ecuador a la lonjitud de 150° del meridiano de Paris, i una vez en el hemisferio setentrional, sigue elevándose gradualmente hasta llegar a la altura del itsmo de Panamá. En los diversos puntos de esta línea, la temperatura no es en todas partes la misma: en el océano es 25 a 26°; en las costas de Colombia es de 27°; en el Indostan es de 28°; en el Nijer es de 29°6'; i probablemente en el interior del Africa alcanza una temperatura superior todavia.

En jeneral, las sinuosidades de las líneas isotermas son mucho mas pronunciadas en el hemisferio norte. En efecto, se las ve levantarse en el océano Atlántico de una manera estraordinaria por efecto del calor de la corriente del golfo que va a templar la temperatura hasta mas arriba de las costas de la Noruega. Por el contrario, en el hemisferio sur las líneas isotermas tienen una direccion casi paralela; pero la corriente de Humboldt, refrescando las costas occidentales de la América meridional, las hace inclinarse hácia el norte (1). Como cada

(1) Véase lo que a este respecto hemos dicho en este mismo capítulo, § 2, núm. 3.

una de ellas lleva el nombre de la temperatura media de los paises que recorre, se comprende que las que son designadas con un número superior son las que están mas cerca del ecuador. Los estudios hechos hasta ahora no permiten tener una confianza ciega en la exactitud de las líneas que se trazan sobre un globo, mui particularmente tratándose del hemisferio sur; pero hai cinco isotermas en el hemisferio norte que probablemente no se apartan mucho de la mas rigorosa exactitud. En jeneral, en los mapas climatolójicos están trazadas con bastante cuidado; pero los diferentes meteorolojistas admiten modificaciones que revelan que la ciencia tiene todavia mucho que trabajar en esta materia.

9.—En uno i otro hemisferio hai una línea que une los puntos que tienen la temperatura media de 0.° Mas adelante de éstas hai otras líneas isotermas que marcan la temperatura inferior; pero las observaciones en esas rejiones son mucho mas incompletas, i la ciencia está reducida a conjeturas fundadas sobre cierto número de hechos conocidos. Arago calculaba que si las tierras se estendiesen hasta el polo, la temperatura de este lugar debia ser de—32.° Si por el contrario, los mares, como inducen a creerlo los viajes mas recientes, se estienden hasta el polo, la temperatura media de éste debe acercarse, segun Kaemtz, a —8. La teoria científica i las observaciones de los viajeros hacen creer que el polo terrestre boreal no es el lugar mas frio de ese hemisferio, i que la cintura de hielo que lo rodea, forma la línea isoterma de mas baja temperatura, de manera que a cada lado de ella el rigor del frio debe ir disminuyendo. Los lugares mas frios de ese hemisferio, o los *polos del frio*, como se les llama, están situados al norte de los continentes: segun Kaemtz, uno debe encontrarse al norte del estrecho de Barrow, en América, i otro cerca del cabo Taimura, en Siberia, que deben tener una temperatura media de —18.° El polo sur, mucho ménos conocido todavía, es el objeto de las mas variadas conjeturas; pero faltan datos para poder colejir si el polo del frio coincide allí o nó con el polo terrestre.

Hemos dicho que la temperatura media de los polos del frio debe ser —18°; pero en esos lugares se verifica tambien que la temperatura media no da idea del mayor o menor frio que se esperimenta en un pais. Es verdad que en las rejiones circumpolares los rayos del Sol caen mui oblícuamente; pero en cambio, la duracion de los dias produce allí en el verano una temperatura mui ardiente, i en definitiva una diferencia enorme entre las temperaturas opuestas, algunas veces hasta de 87°.

Las relaciones de los viajeros que han esplorado las altas latitudes boreales contienen a este respecto ciertos datos que merecen ser consignados aquí. El capitan Back ha sufrido en las llanuras heladas de la América del norte —56°7; i los viajeros rusos han observado en Siberia frios que alcanzan a —58°, i aun a la cifra mui dudosa de —84,4. Los pocose sploradores que han pasado el invierno en esos climas terribles nos dicen que el mercurio del termómetro se conjela, lo que revela una temperatura a lo ménos de 40° bajo cero, que el vino, la cerveza i otros licores fermentados, se convierten en masas de hielo dentro de los toneles; que un vaso de agua arrojado al aire cae en copos de nieve; que el soplo de los pulmones se cristaliza a la salida de las narices en agujas de escarcha: que el contacto de un trozo de metal frio tomado sin precaucion, produce un vivo dolor i desorganiza inmediatamente la cútis. El mar mismo se hiela hasta una gran profundidad, prolonga la estension de tierra, de modo que el viajero que recorre esas llanuras de nieve sembrada de montañas de hielo, no sabe si marcha sobre un mar helado o sobre la tierra firme.

En estas mismas latitudes, durante los dias de verano que son de semanas i meses, el calor, apesar de la oblicuidad de los rayos solares, acaba por acumularse hasta hacerse insoportable en ciertos momentos. En algunos puntos, los navegantes han visto que el alquitran de los buques se derrite i corre bajo los ardores de aquel sol permanente.

10.—El frio verdaderamente terrible de la zona glacial solo puede compararse con la temperatura que los físicos, despues

de una larga série de estudios i de cálculos, atribuyen al espacio, allí donde no se hace sentir la influencia de la atmósfera. No es posible avaluar exactamente la temperatura del espacio, i por eso los cálculos de los físicos difieren mucho entre sí, de tal modo que hai una diferencia de 90 grados entre el de Fourrier, que la fija en —50 i el de Pouillet que la coloca en —140°; pero es bien sabido que con ella seria imposible la vida vejetal o animal. En todo caso, i por baja que sea la temperatura, ella ejerce una accion benéfica, oponiéndose en cierto modo al enfriamiento indefinido de la Tierra. «A primera vista, dice Humboldt, debe parecer sigular esto de oir hablar de la influencia relativamente benéfica, que esta espantosa temperatura del espacio, tan inferior al punto de conjelacion del mercurio, ejerce sobre los climas habitables de la Tierra, así como sobre la vida de los animales i de las plantas. Para comprender la exactitud de esas palabras, basta reflexionar en los efectos de la irradiacion. La superficie de la Tierra calentada por el Sol, i aun la atmósfera hasta en sus capas superiores, irradian libremente hácia el cielo. La pérdida del calor que resulta de aquí depende casi únicamente de la diferencia de temperatura entre los espacios celestes i las últimas capas de aire. ¡Qué enorme pérdida de calor no tendríamos que esperimentar por esta vía si la temperatura del espacio, en lugar de ser de —60°, o aun de —140°, estuviese reducida a —800°, o a 1,000 veces ménos todavía!»

CAPÍTULO X

Electricidad i magnetismo terrestre

1. Nociones jenerales sobre la electricidad.—2. Electricidad atmosférica; sus causas.—3. Electricidad de las nubes; rayo, contragolpe i sus efectos.—4. Relámpago i trueno.—5. Relámpagos de calor.—6. Fuegos de San Telmo.—7. Nociones jenerales sobre los imanes.—8. Magnetismo terrestre; declinacion, inclinacion, meridiano magnético.—9. Valor de la declinacion en los diversos lugares de la Tierra; líneas sin declinacion i líneas isógomas.—10. Valor de la inclinacion; ecuador i polos magnéticos; líneas insoclinas.—11. Variaciones seculares, anuales, diurnas e irregulares de la declinacion.—12. Variaciones de la inclinacion.—13. Intensidad del magnetismo terrestre; su valor en los diversos lugares; líneas isodinámicas; sus variaciones.—14. Auroras polares.

1.—Cuando se frota una barra de vidrio o de resina con una tela de lana, la barra adquiere la propiedad de atraer desde cierta distancia los cuerpos lijeros, como pequeños pedazos de papel, barbas de pluma, etc. La causa de este fenómeno se atribuye a un fluido particular que se desarrolla en el vidrio o la resina por medio de la frotacion i al cual se ha llamado *electricidad.* Un cuerpo está electrizado o cargado de electricidad, cuando ha adquirido la propiedad eléctrica.

La electricidad se comunica de un cuerpo a otro por el contacto; pero no todos los cuerpos dejan pasar este fluido con la misma facilidad. Algunos, como los metales, los líquidos, el vapor de agua, dejan pasar la electricidad mas o ménos fácilmente, i se llaman por eso *buenos conductores*; i otros, como el

vidrio, las resinas, la seda, los gases, oponen una gran resistencia al paso de la electricidad i se denominan *malos conductores*. El globo terrestre i el cuerpo humano son buenos conductores.

Los cuerpos electrizados obran siempre por atraccion sobre los que no lo están; pero obran por atraccion o por repulsion sobre los que están cargados de electricidad. Así, suspendiendo una esferilla de médula de saúco con un hilo de seda i electrizándola por el contacto de una barra de vidrio electrizada mediante la frotacion con tela de lana, se notará que la esferilla será repelida por el vidrio al paso que una barra de resina frotada con una piel de gato, obrará por atraccion sobre la misma esferilla. Este hecho conduce a admitir que la electricidad del vidrio i la de la resina, desarrolladas de la manera indicada, son de diferentes especies. La primera se llama vítrea o *positiva*, i la segunda resinosa o *negativa*. El mismo hecho manifiesta que las electricidades del mismo nombre se repelen, i que las de nombres contrarios se atraen. La esperiencia enseña que, cualquiera que sea el cuerpo que se electrice i el método que se emplée para ello, el cuerpo toma alguna de aquellas dos electricidades.

Los físicos admiten que todos los cuerpos contienen estos dos fluidos eléctricos, pero en estado de combinacion. Las propiedades eléctricas no se manifiestan entónces; pero desde que por una causa cualquiera, como la frotacion por ejemplo, se rompe el equilibrio de aquella combinacion, uno de los dos fluidos componentes predomina, se hace *libre*, i las propiedades eléctricas se manifiestan

En los conductores electrizados, el fluido libre no se reparte por toda la masa del cuerpo, sino que se coloca en la superficie formando una capa infinitamente delgada. El espesor de esta capa depende de la forma del conductor: en una esfera se reparte el fluido igualmente en toda la superficie, i la presion que él ejerce contra el aire o su *tension*, es la misma en cada punto de la esfera; en un elipsoide, la tension es mayor en los

vértices, i por estos puntos la electricidad se escapa mas fácilmente en la atmósfera.

Un cuerpo electrizado puede obrar a cierta distancia sobre el fluido neutro de un conductor. Si el cuerpo está cargado con electricidad positiva atrae la electricidad negativa i repele la positiva, i en los dos estremos del conductor se hacen sentir los efectos de los fluidos libres; i cuando el cuerpo electrizado se aleja a una distancia conveniente, esos fluidos se recombinan i el conductor vuelve a su estado natural. La electrizacion del conductor se ha verificado aquí, no por contacto, sino por *influencia.*

El fenómeno de la chispa eléctrica tiene lugar cuando un conductor se acerca suficientemente a un manantial eléctrico. El manantial obra por influencia sobre el fluido neutro del conductor i lo descompone atrayendo el fluido de nombre contrario, i repeliendo el del mismo nombre. Este último pasará a la Tierra si el conductor está en comunicacion con ella. Los dos fluidos de nombres contrarios del manantial i del conductor, tienden a combinarse, i se combinan en efecto cuando la tension de ellos es bastante para vencer la resistencia del aire que los separa. La combinacion se manifiesta por la chispa eléctrica. El ruido que acompaña la neutralizacion de los fluidos eléctricos, resulta de las vibraciones que ellos hacen esperimentar al aire.

Cuando se saca la chispa del conductor de una máquina eléctrica acercando la articulacion de un dedo, se siente una conmocion mas o ménos fuerte. Los efectos fisiolójicos de la chispa dependen de la cantidad i de la tension de la electricidad que atraviesa el cuerpo humano. La chispa produce efectos químicos, luminosos, caloríficos i mecánicos mui considerables.

La electricidad se desarrolla en muchas circunstancias: la frotacion, la presion, el calor, las acciones químicas i ciertas acciones fisiolójicas, son otras tantas causas que producen la electricidad.

2.—Por medio del electroscopio se ha comprobado que

la atmósfera contiene habitualmente electricidad. Cuando el cielo está sereno, el aire se encuentra cargado de electricidad positiva i la tension de esta electricidad parece aumentar a medida que nos elevamos en la atmósfera. Esta tension esperimenta una variacion diurna, que es producida por el cambio del estado higrométrico del aire en el curso del dia; pero los valores de la tension máxima i mínima no son los mismos en las diferentes estaciones del año. Si el cielo está cubierto de nubes, el aire atmosférico se encuentra electrizado ya positiva mente, ya negativamente, i en el curso del dia puede notarse varias veces el cambio de electricidad.

El oríjen de la electricidad atmosférica no se conoce bien. Segun Pouillet, la vejetacion i la evaporacion son las dos grandes causas de la electricidad atmosférica. Cuando las plantas jerminan, el ácido carbónico que se desprende, lleva la electricidad positiva, miéntras que los vasos de donde el gas se exhala quedan electrizados negativamente; i como probablemente sucede lo mismo durante toda la vida de las plantas, resulta que la vejetacion proporciona una gran cantidad de fluido positivo a la atmósfera. La esperiencia enseña que en la evaporacion de las disoluciones salinas, el vapor sale cargado de electricidad positiva, i el líquido queda electrizado negativamente. Pero en las aguas de los mares i de los continentes hai siempre sales en disolucion, i la evaporacion natural que se verifica constantemente en esas aguas, debe orijinar un desarrollo de electricidad positiva. Las dos causas mencionadas, mas o ménos activas en cada lugar i en cada estacion, son constantes para la Tierra en el curso del año. Estos períodos locales i esta constancia universal que se manifiestan en las causas, se reproducen tambien en los efectos. En los diversos climas hai distintas estaciones para las tempestades eléctricas, pero en toda la estension en la atmósfera se distribuye cada año por el estallido del rayo cierta cantidad de electricidad, que es siempre poco mas o ménos la misma; i esta cantidad constante es la que se reproduce tambien cada año.

Deben asimismo mirarse como causas de la electricidad atmosférica, la frotacion de las masas de aire de distintas temperaturas i la combustion. Estas dos causas, aunque ménos eficaces que las nombradas anteriormente, contribuyen a dar electricidad positiva a las rejiones superiores de la atmósfera.

3.—Franklin fué el primero que demostró por la esperiencia, en 1752, que las nubes tempestuosas se hallan cargadas del mismo fluido eléctrico que producen las máquinas. La electricidad de las nubes es unas veces positiva i otras negativa. El primero de estos fluidos pueden tomarlo las nubes del aire atmosférico, que se halla habitualmente cargado de eletricidad positiva. Las nubes electrizadas negativamente pueden haber tomado este fluido bajo la influencia de otras mui cargadas de electricidad positiva, cuando aquéllas se han encontrado accidentalmente en comunicacion con la Tierra; pero probablemente hai otras causas que concurren tambien a la formacion de nubes electrizadas con el fluido negativo.

La accion de una nube tempestuosa sobre la Tierra es la misma que la que ejerce un cuerpo electrizado sobre un conductor sometido a su influencia. La electricidad de una nube descompone el fluido natural de los cuerpos que se hallan dentro de su esfera de accion, repele la electricidad del mismo nombre i atrae a la superficie la de nombre contrario, con la cual tiende a reunirse. Si la tension eléctrica es suficientemente grande para vencer la resistencia del aire, los dos fluidos contrarios de la nube i de la Tierra se combinan, produciéndose el fenómeno de la chispa eléctrica o el estallido del rayo. La luz i el ruido que resultan de la combinacion de las electricidades, constituyen el *relámpago* i el *trueno.*

Las nubes tempestuosas obran tambien unas sobre otras, i el rayo puede estallar entre ellas. El fenómeno se verificará, ya sea que se presenten dos nubes cargadas de electricidades diferentes, ya sea que una nube electrizada obre por influencia sobre otra que se halla en estado neutro o débilmente cargada con la misma electricidad.

A veces se sienten en un lugar efectos idénticos a los del rayo, sin que en realidad éste haya caido, i sin notarse, por consiguiente, el relámpago. Hé aquí la esplicacion de este fenómeno, que se denomina *contragolpe* o *choque de retorno.* Una nube electrizada obra simultáneamente sobre otra nube i sobre un lugar de la Tierra; si en estas circunstancias el rayo estalla entre las dos nubes, la tension de la primera disminuirá o se hará nula súbitamente, permitiendo que las dos electricidades que bajo su influencia se habian separado en el lugar de la Tierra, se recombinen bruscamente. Esta recombinacion constituye el contragolpe, i produce efectos tan desastrosos como los del rayo. El mismo hecho tendria lugar si la nube obrase a la vez sobre dos puntos de la Tierra i estallase el rayo entre la nube i uno de ellos: en el otro se sentiria el contragolpe.

Cuando el rayo cae en un lugar, hiere con preferencia los objetos mas elevados i que conducen mejor la electricidad, como los animales, los árboles, los edificios, etc. Sus efectos destructores son bien conocidos: mata los hombres i los animales, destruye los árboles, incendia las habitaciones. En los terrenos arenosos produce unos agujeros llamados *tubos fulminavios* o *fulguritas,* de seis metros mas o ménos de profundidad i de unos seis u ocho centímetros de diámetro. Las paredes de esos tubos tienen el aspecto del vidrio i manifiestan el efecto de la fusion producida por el rayo.

4.—El relámpago afecta jeneralmente la forma de una línea en zig-zag que proviene quizas de la desigual conductibilidad del aire, i tiene una duracion inapreciable. Para un observador que está léjos de la rejion en que se produce el rayo i que se halla separado de ella por nubes espesas, la luz del relámpago se presenta de una manera confusa i sin contornos determinados. El color del relámpago es de ordinario blanco i brillante; pero a veces suele tomar un tinte lijeramente violado. «Apesar de la estrema rapidez, o por mejor decir, de la instantaneidad del relámpago, dice M. Flamarion, se ha llegado a

medir su duracion i a comprobar que no dura siquiera un diez milésimo de segundo.»

Aunque el relámpago i el trueno se producen al mismo tiempo, aquél precede siempre al estampido del trueno, porque la luz se propaga con una velocidad inmensamente mayor que la del sonido. La luz, en efecto, recorre como 75,000 leguas por segundo, miéntras las vibraciones del aire que constituyen el sonido, se trasmiten con una velocidad de 340 metros por segundo: de donde resulta que trascurre un tiempo tanto mas largo entre el relámpago i el trueno, cuanto mas distante está el observador del lugar del fenómeno. El ruido del trueno es mas o ménos intenso, dura algunos segundos i se oye a veces como una detonacion múltiple. Atribuyen algunos físicos este carácter particular del ruido del trueno a efectos de reflexion del sonido producido por la Tierra i aun por las nubes; pero otros admiten que cuando el relámpago estalla entre dos cuerpos, hai descomposicion i recomposicion de electricidad en todo el trayecto que recorre, i por consiguiente vibraciones mas o ménos violentas del aire. El relámpago brilla en un mismo instante en toda su estension; pero los ruidos que producen aquellas vibraciones se oyen sucesivamente a causa de la lentitud con que el sonido se propaga.

5.—Suelen verse en noches serenas luces intermitentes que iluminan una porcion mas o ménos considerable del cielo. Este fenómeno es frecuente en Santiago en las noches del verano; la luz, que es a veces mui intensa, aparece por el oriente, tras de la cordillera de los Andes. Este fenómeno, conocido con el nombre de *relámpagos de calor,* ha sido esplicado de diversas maneras; pero parece que debe atribuirse al reflejo de los relámpagos de una tempestad lejana que se desarrolla bajo el horizonte del lugar en que el fenómeno se observa. La gran distancia a que se halla el espectador del sitio de la tempestad seria la causa porque el trueno no llega a sus oidos.

6.—Cuando las nubes tempestuosas están mui bajas, suelen aparecer llamas en las cumbres de las montañas, en las estre-

midades de los palos de los buques, i en jeneral en las puntas elevadas de los objetos terrestres. Este fenómeno, designado bajo los diversos nombres do *fuego de San Telmo, Cástor i Pólux,* etc., es debido a la accion eléctrica de las nubes sobre la Tierra. Las nubes obran, en efecto, por influencia sobre los objetos terrestres, i determinan una tension tan fuerte, que la electricidad de nombre contrario a la de las nubes, se escapa produciendo llamas, como se observa tambien en ciertos casos en las puntas de las máquinas eléctricas. A la misma causa debe atribuirse la caida de nieve fosforescente que suele tener lugar durante algunas tempestades.

7.—En la naturaleza existe una sustancia mineral que posee la propiedad de atraer al hierro. Esa sustancia es un óxido de hierro, llamado tambien óxido magnético de hierro, i constituye lo que se denomina *iman natural.* El acero i el hierro dulce pueden adquirir la propiedad magnética mediante el contacto o la friccion con un iman natural verificados conforme a ciertas reglas. Las barras o agujas de acero a que se ha comunicado la mencionada propiedad, se llaman *imanes artificiales.* El *magnetismo* es la parte de la física que tiene por objeto el estudio de los fenómenos que se refieren a los imanes.

La accion atractiva de los imanes sobre el hierro no se ejerce con igual intensidad por todos sus puntos: cualquiera que sea la forma de un iman natural o artificial, la atraccion magnética se concentra en dos rejiones opuestas i separadas por un espacio mas o ménos considerable en que la accion ejercida sobre el hierro es nula. En una barra o aguja imantadas, los centros de atraccion están situados hácia sus estremidades i se denominan *polos* del iman.

Imajinemos que se ha colocado sobre un quicio vertical una aguja magnética de manera que pueda jirar libremente sobre él describiendo un plano horizontal. Si en tal situacion se aproximan sucesivamente a una misma estremidad de la aguja los dos polos de un iman cualquiera, se verá que uno de estos polos la atrae siempre i el otro la repele. Para formular la lei

que envuelve este importante fenómeno, es necesario dar a conocer otra propiedad de los imanes. Cuando se observa una aguja magnética suspendida de la manera que acabamos de indicar, se nota que toma próximamente la direccion del meridiano astronómico, o sea la de norte a sur; si se la desvía de esa direccion, la aguja oscila por algun tiempo, i cuando llega al estado de reposo se encuentra de nuevo colocada en el plano del meridiano. Este hecho es idéntico al que se observa en una aguja sometida a la influencia de una barra imantada poderosa, i se esplica admitiendo que la Tierra es un inmenso iman que obra del mismo modo que la barra sobre la direccion de la aguja.

Esplicada así la causa de la orientacion de la aguja, se ha denominado polo boreal del iman terrestre, el que está situado al norte de la Tierra, i polo austral, el que está al sur. Estas denominaciones se aplican tambien a los polos de los imanes, llamando polo boreal el que se dirije al sur, i austral al que mira al norte. En el esperimento mas arriba esplicado, el polo norte del iman obra por atraccion sobre el polo sur de la aguja i por repulsion sobre el otro. De aquí resulta esta lei del magnetismo: *los polos del mismo nombre se repelen i los de nombres contrarios se atraen.*

8.—La direccion que en jeneral toma la aguja imantada que se halla suspendida libremente sobre su quicio vertical, no es la del meridiano astronómico del lugar; el plano vertical que pasa por el eje de la aguja, forma de ordinario con el meridiano un ángulo mas o ménos grande que se llama *declinacion.* La declinacion es *oriental* u *occidental*, segun que la punta norte de la aguja está desviada al este o al oeste del meridiano.

Llámase *meridiano magnético* de un lugar el plano vertical que pasa por la direccion de la aguja.

Suspendiendo una aguja imantada por su centro de gravedad, de manera que pueda jirar en torno de un eje horizontal, ella describirá en su movimiento un plano vertical, i la pesantez no influirá en la direccion que tome. Una aguja suspendida

de este modo i colocada de manera que su plano vertical coincida con el meridiano magnético, toma en jeneral una cierta direccion que no es la horizontal. El ángulo que la direccion de esta aguja forma con el horizonte, se llama *inclinacion*.

La declinacion i la inclinacion de la aguja imantada que se observa en la superficie, en el interior de la Tierra i aun en la atmósfera a las alturas alcanzadas por los aereonautas, se deben a la fuerza magnética del globo. Para conocer esta fuerza es necesario determinar su direccion i su intensidad, que son los dos asuntos de que se ocupa el magnetismo terrestre.

Los aparatos que se emplean para determinar la direccion de la fuerza magnética del globo, se llaman *brújulas*. El elemento principal de estos aparatos es la aguja o barra imantada; si la aguja está suspendida de modo que pueda describir un plano horizontal, la brújula es de declinacion i sirve para medir el ángulo de este nombre; si el plano que la aguja describe es vertical, la brújula es de inclinacion.

9.—El ángulo de declinacion no es el mismo en los diversos lugares de la Tierra. Recorriendo el globo en la direcion del paralelo de Paris, por ejemplo, donde la declinacion es en la actualidad occidental, i vale como 17°, notaremos que caminando hácia el oeste, la declinacion aumenta i llega a tomar un valor máximo de 25° próximamente en un punto del océano Atlántico situado a 30° de lonjitud oeste del meridiano de Paris. Avanzando mas al occidente, la declinacion disminuye i llega a hacerse nula en los Estados Unidos hácia los 80° de lonjitud: pasando de este lugar, la punta norte de la aguja se desvia al oriente, i la declinacion es por consiguiente oriental. Continúa aumentando en este sentido hasta alcanzar a 19° en el océano Pacífico, por los 145° de lonjitud; disminuye en seguida, se hace nula de nuevo al norte del mar Caspio, i vuelve por fin a tomar la direccion occidental. Haciendo observaciones análogas en los distintos paralelos, se encuentran cambios semejantes a los mencionados en el valor de la declinacion; pero el máximo del desvio de la aguja en los dos hemisferios

es tanto mayor cuanto mas elevada es la latitud. Así, en Groenlandia la declinacion occidental es tan grande que la aguja se dirije hácia el oeste.

Segun lo espuesto, hai muchos puntos de la Tierra en que la aguja magnética se coloca en la direccion del meridiano o en que la declinacion es nula. Las curvas que pasan por esos puntos se llaman *líneas sin declinacion*. Estas líneas no coinciden con los meridianos i tienen formas mui irregulares. Una de estas líneas pasa en la actualidad al este del Spitzberg, i dirijiéndose al sur atraviesa la Rusia, el mar Caspio i la Persia, e inclinándose en su curso al oriente, recorre la costa occidental del Indostan i va a cortar el ecuador como a los 80° de lonjitud este. Desde este punto se dirije bruscamente hácia el oriente, i a los 120° de lonjitud, hace rumbo al polo magnético del sur atravesando la Australia. La segunda línea sin declinacion parte del polo magnético del norte, desciende por el occidente de la bahia de Hudson, atraviesa los grades lagos, pasa cerca de Wáshington i de Filadelfia, se inclina hácia el oriente recorriendo las Antillas, i dirijiéndose por fin al sur, corta la estremidad del Brasil desde la embocadura del Amazonas hasta Rio Janeiro. Hai todavia otras líneas sin declinacion, pero ménos estensas que las dos que hemos descrito.

Las *líneas isógonas* o líneas de igual declinacion, tampoco coinciden con los meridianos, i como las líneas sin declinacion, tienen formas irregulares. La situacion de estas líneas sobre el globo cambia con el tiempo.

10.—La inclinacion de la aguja magnética varia tambien de un lugar a otro. En muchos puntos esta inclinacion es nula, o lo que es lo mismo, la aguja se coloca perfectamente horizontal. La línea que pasa por todos esos puntos se llama *ecuador magnético*. Esta línea no se confunde con el ecuador jeográfico; se corta con él en dos puntos, quedando una parte en el hemisferio norte i otra en el sur, que no se separan mas de 3° de la línea equinoccial. Uno de esos puntos de interseccion se en-

cuentra un poco al oriente del archipiélago de las Carolinas, i desde allí el ecuador magnético se estiende en el hemisferio boreal por las Filipinas i las penínsulas meridionales del Asia, por la Abisinia i Sudan, i va a pasar al hemisferio sur en el océano Atlántico, cerca de la isla de Santo Tomas. En este lado de la línea equinoccial, atraviesa el Atlántico, la América del sur por el Brasil i el Perú, i por último, una gran parte del Pacífico. El ecuador magnético tiene un movimiento en virtud del cual los puntos en que corta al ecuador de la Tierra avanza de oriente a occidente.

Partiendo del ecuador magnético i avanzando hácia el polo, en cada hemisferio se observa que la inclinacion aumenta mas i mas; pero en el hemisferio sur se nota que el polo boreal de la aguja es el que se inclina hácia el horizonte, i en el otro hemisferio sucede lo contrario. Los dos puntos en que la inclinacion vale 90° o en que la aguja se coloca verticalmente, se llaman *polos magnéticos* de la Tierra. En 1832, el célebre navegante ingles John Ross encontró el polo magnético del norte en la península Boothnia-Feliz, como a 70° de latitud i 99° de lonjitud occidental. El polo sur no ha sido encontrado todavia; pero parece probable, segun los cálculos de algunos sabios, que se halla a 15° del polo antártico, al sur de la Australia.

Los lugares en que la inclinacion tiene el mismo valor, forman en el globo curvas que se denominan líneas de igual inclinacion o *insoclinas*. Estas líneas son mas regulares que las isógonas; pero están léjos de confundirse con los paralelos.

11.—La declinacion esperimenta en un mismo lugar diversas variaciones. Una de estas variaciones se produce en tiempos mui largos i se llama por eso *variacion secular*. El siguiente cuadro de las declinaciones de la aguja magnética de Paris nos dará a conocer un ejemplo de esta clase de variaciones.

1580	11°30' E	1678	1 30 O
1618	8 0	1700	8 10
1663	0 0	1805	22 5

1814..............	22 34	1858..............	19 41
1816	22 25	1860..............	19 33
1823..............	22°23' O	1864..............	18 57
1835..............	22 4	1876..............	17 19
1850..............	20 31	1879..............	16 56

Como en Paris, se han observado en otros lugares oscilaciones análogas de la aguja; pero en ninguna parte ha sido todavía posible determinar la amplitud ni el período de ellas.

Independientemente de estas variaciones seculares, la aguja de declinacion esperimenta otras variaciones que se denominan diurnas. La observacion ha manifestado que en las latitudes medias del hemisferio magnético boreal, ya sea la declinacion occidental, ya sea oriental, la punta norte de la aguja marcha del este al oeste desde las 8 de la mañana hasta la 1 de la tarde próximamente, hora en que la desviacion occidental alcanza su mayor valor. Desde esta última hora la aguja vuelve hácia el oriente hasta media noche, esperimenta en seguida una débil retrogradacion al oeste, i por fin toma la posicion en que se encuentra a las 8 de la mañana. En el hemisferio austral, la punta sur de la aguja está sometida a un movimiento diurno análogo al que acabamos de describir.

La amplitud de la variacion diurna cambia de un lugar a otro i aún en un mismo lugar. En las altas latitudes las variaciones diurnas son mas considerables e irregulares; pero en las rejiones ecuatoriales esas variaciones no son nulas. Las variaciones diurnas cambian con las diversas estaciones del año; son mayores en verano que en invierno; i así en Paris la amplitud media de la oscilacion, que es de 14' a 15' durante la primavera i el verano, solo alcanza a 8' o 10' en el otoño i en el invierno.

Por último, la aguja de inclinacion, fuera de las variaciones periódicas mencionadas, sufre ademas variaciones irregulares o perturbaciones. Las auroras polares i la caida del rayo son las causas mas frecuentes de estas perturbaciones; pero parece que tambien influyen los temblores i las erupciones

volcánicas en la produccion de esos movimientos estraordinarios.

12.—La inclinacion de la aguja magnética está sujeta tambien a variaciones seculares, anuales i diurnas. En Paris, la inclinacion era de 75° en 1670; desde entónces ha venido disminuyendo como en 3'7 por año, i en 1864 había llegado a 66°3'. Las variaciones diurnas de la inclinacion, aunque ménos conocidas que las de la declinacion, parecen ser análogas a estas últimas. Arago ha comprobado que el máximo de la inclinacion se verifica entre 8 i 9 de la mañana, i el mínimo entre 2 i 3 de la tarde. Un segundo máximo tiene lugar como a las 9 de la noche, i un segundo mínimo entre 11 i 12. El influjo de las estaciones se hace sentir tambien en la inclinacion: el máximo de la variacion se observa en verano i el mínimo en invierno.

La inclinacion esperimenta asimismo variaciones irregulares o perturbaciones que proceden principalmente del influjo de las auroras boreales.

13.—Para medir la intensidad del magnetismo terrestre se hace uso de una barra imantada suspendida por medio de un hilo de seda sin torcedura. Esta barra, en virtud de la accion magnética de la Tierra se colocará en el meridiano magnético; i si se la desvía de su direccion, oscilará por algún tiempo a uno i otro lado del meridiano, hasta que por fin toma su primitiva posicion de equilibrio, La duracion de las oscilaciones de la barra dependerá de la intensidad del magnetismo terrestre, así como las oscilaciones del péndulo depende del valor de la gravedad. Haciendo, pues, oscilar una misma barra en los diferentes lugares de la Tierra por un mismo tiempo, se podrá deducir la intensidad del magnetismo terrestre observando el número de oscilaciones: las intensidades serán proporcionales a los cuadrados de los números de oscilaciones. Es verdad que las oscilaciones de una barra horizontal solo dan a conocer el componente horizontal de la fuerza magnética del globo; pero

tomando en consideracion el valor de la inclinacion, se puede determinar la intensidad de la fuerza total.

Las observaciones hechas manifiestan que la intensidad de la fuerza magnética terrestre aumenta desde el Ecuador magnético hasta los polos, i que en éstos, dicha fuerza parece ser una vez i media mayor que en el ecuador. Las líneas de igual intensidad o *isodinámicas* no coinciden con las de igual inclinacion, i parecen seguir mas bien las inflecciones de las líneas isotermas.

La intensidad magnética terrestre parece estar sometida en cada lugar a variaciones semejantes a las que esperimentan la declinacion i la inclinacion; pero las leyes de esos cambios se conocen mui imperfectamente.

14.—Las auroras boreales son un fenómeno luminoso que está mui relacionado con la actividad magnética del globo.

Se denominan boreales porque se han observado principalmente en el norte de la Tierra; pero el fenómeno se ha manifestado tambien en las rejiones próximas al polo sur. Humboldt describe de la manera siguiente las faces que ordinariamente presenta una aurora boreal:

«En el horizonte, hácia el meridiano magnético del lugar, el cielo, al principio claro, comienza a oscurecerse; i se forma una especie de velo nebuloso que sube lentamente, i que concluye por alcanzar una altura de 8 a 10 grados. Al traves de este *segmento oscuro*, cuyo color pasa del negro al violado, las estrellas se ven como por entre una espesa niebla. Rodea al segmento oscuro un arco mas ancho i mui brillante, cuyo color, blanco al principio, se hace despues amarillo; pero como ese *arco luminoso* aparece mas tarde que el segmento, no es posible atribuir la presencia de este último a un simple efecto de contraste con el arco brillante. El punto mas elevado del arco luminoso, segun lo han manifestado medidas precisas, no está situado en el meridiano magnético, i ordinariamente se aparta de este plano de 5° a 18° hácia el lado a que se dirije la decli-

nacion magnética del lugar. En las altas latitudes, en las rejiones mui próximas al polo magnético, el segmento inferior parece ménos oscuro, i el medio del arco brillante se aleja mas que en otras partes del meridiano magnético.

«A veces el arco luminoso parece ajitado durante horas enteras por una especie de efervescencia i por un contínuo cambio de forma, ántes de lanzar rayos i columnas de luz que suben hasta el zenit. Cuanto mas intensa es la emision de la luz polar tanto mas vivos son los colores, que del violado i del blanco azulejo, pasan por todas las graduaciones intermediarias al verde i al rojo purpurino. Las columnas de luz parecen salir del arco brillante mezcladas con rayos oscuros semejantes a un humo espeso; o bien se elevan simultáneamente en diferentes puntos del horizonte i se reunen en un mar de llamas, cuya magnificencia no podria ser sepresentada por ningun pintor, porque a cada instante le hacen cambiar de forma i de brillo ondulaciones rápidas. En ciertos momentos la intensidad de esta luz es tan grande que Lowenœrn pudo reconocer en pleno dia, el 29 de enero de 1786, las columnas de luz i las ondulaciones de la aurora boreal. El movimiento parece, en efecto, aumentar la visibilidad del fenómeno. Al rededor del punto del cielo que corresponde a la direccion de la aguja libremente suspendida por su centro de gravedad, los rayos parecen reunirse i formar entónces lo que se llama la *corona* de la aurora boreal: es una especie de pabellon celeste formado por una luz suave i apacible. Es raro que la aparicion de la aurora sea tan completa i que se prolongue hasta la formacion de esta corona; pero cuando ésta aparece, anuncia siempre el fin del fenómeno. Los rayos son entónces mas raros, mas cortos, i de colores ménos vivos. La corona i los arcos luminosos se disuelven, i luego solo se ve en la bóveda celeste estensas manchas nebulosas inmóviles, pálidas o de un color ceniciento: éstas desaparecen a su vez, cuando persisten todavia en el horizonte las huellas del segmento oscuro con que comenzó la aparicion del fenómeno. Finalmente, de este bello espectáculo solo queda de ordi-

nario una débil nube blanquizca de bordes irregulares, dividida a veces en fragmentos, como los *cirro-cumulus.*»

Las auroras boreales se ven con frecuencia en las rejiones próximas al polo norte; pero algunas se han visto hasta en el sur de Europa. La aurora austral de 1859 fué visible en Santiago. Se han propuesto diversas hipótesis para esplicar las auroras boreales; pero aun cuando se reconoce que hai una íntima relacion entre ese fenómeno i el estado magnético del globo, no ha sido posible formular una que dé cuenta de todos los detalles de una aurora.

CAPITULO XI

El hombre

1. El jénero humano.—2. Razas humanas; caucásica o blanca; mongólica o amarilla; etiópica o negra, americanas o cobrizas, malayas o pardas.—3. Diversidad de lenguas.—4. Poblacion del globo.—5. Influencia de los climas sobre el hombre.

1.—La facultad de pensar, el sentimiento de la libertad moral, la idea del bien i del mal, del mérito i del demérito, en fin, la nocion de un ser superior en poder i duracion, i la nocion de la vida futura, constituyen los caractéres que colocan al hombre en el primer rango en la creacion. Pero si se le considera bajo el punto de vista animal, esto es, tomando solo en cuenta su organizacion física, el hombre, apesar de algunas diferencias de forma i de disposicion, es igual a los animales superiores que nos rodean. Su estudio es, pues, la obra de dos ciencias diferentes: la filosofía, que estudia la parte moral, es decir, el alma; i la zoolojia, que estudia la parte física, es decir, el cuerpo.

Por mucho tiempo, la ciencia hacia del hombre un ser aparte, tan distinto de los animales como éstos lo son de las plantas. Fué Lineo, el célebre naturalista sueco, el primero que en 1735, inspirándose en el estudio exacto del cuerpo del hombre i haciendo abstraccion de su alma, se atrevió a colocarlo en el rango de los animales. Poco mas tarde Blumenbach, dejando al hombre a la cabeza del reino animal, creaba para él solo un

órden particular, el de los *bimanos*, adoptado mas tarde por la gran mayoría de los naturalistas. Pero como bajo el punto de vista filosófico, la distancia que separa al hombre de toda la série animal es verdaderamente inconmensurable, i aun podria decirse infinita, muchos naturalistas han propuesto el separarlo completamente de todos los séres animales i el clasificarlo aparte bajo la denominacion significativa de *reino humano*.

Cuando se considera las numerosas poblaciones esparcidas en la superficie del globo, se observan ciertas diferencias características que existen principalmente en la forma de la cabeza, en las facciones de la cara, en las proporciones de los miembros, en la estatura, en el sistema de cabellos i en el color de la cútis. Algunas de estas diferencias son sumamente notables. Los negros, como se sabe, tienen el cabello corto i lanoso; miéntras que el cabello de los blancos es suelto, flexible i sedoso. No es menor la diferencia que existe en la estatura de los individuos. Entre los boschismanes, que habitan la estremidad meridional del Africa, i que tienen por término medio una estatura de un metro treinta i un centímetros, i los patagones habitantes de la estremidad meridional de la América, que miden un metro setenta i tres centímetros, hai una diferencia de cuarenta i dos centímetros, lo que es enorme, tratándose de la talla del cuerpo humano. Existen, ademas, otras diferencias notables en la conformacion del cráneo. Apesar de todas ellas, i contra la opinion de algunos naturalistas que pretenden encontrar en esta circunstancia las pruebas de la pluralidad de las especies humanas, se acepta jeneralmente que la humanidad entera no forma mas que una sola especie, i que los grupos que se reconocen no son mas que rázas de esa especie. Esos grupos diversos que se crée distinguir al primer exámen entre las poblaciones humanas, no ofrecen nada de bien marcado cuando se estudian mas profundamente los tipos intermediarios que se encuentran entre un grupo i otro. Por otra parte, las diferencias de color que se observan entre los hombres blancos de Europa i los negros de Guinea o Mozambique, así como las

diferencias de estatura que existen entre los boschismanes del Africa i los patagones de América, no son mayores que las que ofrecen las diferentes variedades de los perros, de los carneros i de los caballos.

Las investigaciones científicas, así como las mas antiguas tradiciones, señalan las montañas del Asia central como la cuna del jénero humano. No hai noticias exactas para fijar ni aun aproximativamente la época de la aparicion del hombre sobre la Tierra. Descubrimientos inesperados hechos en los últimos treinta o cuarenta años, han forzado a la ciencia a romper todos los viejos sistemas de cronolojía, para hacer entrar al hombre en las evoluciones jeolójicas de nuestro globo. Se han hallado piedras i huesos tallados en forma de armas i de utensilios, montones de conchas i de restos de alimentos, cenizas que revelan la existencia de hogares de otras edades jeolójicas, dibujos toscamente grabados sobre huesos i piedras, representando animales hoi dia desaparecidos o relegados mui léjos de los lugares que entónces habitaban, en fin, los restos humanos encontrados en depósitos de la época cuaternaria; i todos estos hechos sometidos al mas escrupuloso estudio, prueban que el hombre vivia en un tiempo en que los continentes no tenian ni la forma, ni la flora, ni el clima, ni la configuracion que tienen ahora. La resistencia que estos descubrimientos hallaron no solo en el vulgo, sino entre muchos sabios, ha desaparecido ante la luz de la evidencia, i hoi la ciencia afirma con la mas absoluta seguridad la remota antigüedad del hombre. Esta ciencia, nacida de ayer, ha llegado por el trabajo infatigable de millares de sabios a los resultados mas maravillosos. Despues de haber trasportado el nacimiento de la humanidad a una época en que el tiempo se cuenta por centenares de siglos, ha examinado prolijamente los restos que nos quedan de la industria de esos siglos, i ha trazado con una seguridad prodijiosa la historia de las sociedades primitivas, la historia de «los tiempos prehistóricos», como se les llama, que no han dejado monumentos escritos ni nombres propios, pero que la posteridad

puede estudiar con confianza en las habitaciones, los muebles, las armas, los utensilios (1).

Cualquiera que sea la cuna primitiva del hombre, el jénero humano se ha desparramado por toda la Tierra, ha poblado todas las zonas i todos los climas. No es estraño que con el largo trascurso de los siglos, las razas humanas hayan esperimentado modificaciones mas o ménos importantes en sus caractéres fisiolójicos a consecuencia de la diversidad de climas de los países que han poblado. Pero quizás no es la temparatura la causa principal de ellas, como se cree jeneralmente, sino la clase de vida, las costumbres, los trabajos a que han estado consagrados. Un célebre naturalista ingles, Prichard, ha observado que en las tríbus ménos civilizadas, compuestas de cazadores o habitantes de los bosques, predomina la prolongacion de las mandíbulas; que las tríbus nómades i los pescadores de las orillas del océano glacial poséen una cara ancha, cráneo piramidal, ojos oblícuos; i que las razas mas civilizadas, que viven consagradas a la agricultura i las artes de la civilizacion, tienen una cabeza de forma elíptica. Se nota ademas que en los pueblos salvajes que de jeneracion en jeneracion tienen una vida i ocupaciones mas uniformes, existe mas uniformidad en las facciones de todos los individuos, de tal manera que su semejanza es

---

(1) Entre los millares de libros que se han publicado en los últimos años sobre estas importantes cuestiones que aquí solo podemos enunciar, debemos recomendar a los jóvenes que quieran profundizar este estudio las obras de Sir Charles Lyell *(L'anciennité de l'homme)*, de Sir John Lubbock *(L'homme préhistorique)*, de M. John Evans *(Les ages de pierre)*, todas tres escritas en ingles i traducidas al frances, i la de M. Joly *(L'homme avant les métaux)*, en cada una de las cuales hallará ancha materia de informacion científica sobre este asunto. A los que no pueden hacer estudios tan detenidos, debemos recomendarles un pequeño volúmen de M. Záborowski, publicado en la *Bibliothèque utile*, con el título de *L'homme préhistorique*, i los *Simples discours sur la Terre et sur l'homme* de M. Félix Hément, en cuya segunda parte ha trazado con notable elegancia la série de trabajos que han llevado a la ciencia a demostrar la remotísima antigüedad del hombre.

mucho mayor que entre los hombres de los pueblos civilizados, en que cada cual sigue desde siglos atras una vida diferente.

Apesar de los numerosos trabajos de que han sido objeto las razas humanas, falta mucho todavía para que se puedan dar por resueltas las variadas cuestiones a que este estudio da oríjen. Proviene esto de dos circunstancias particulares. Las diversas razas pasan de una a otra por transiciones graduadas, por matices casi insensibles, de manera que es mui difícil, si no imposible, señalar dónde termina la una i dónde comienza la otra: fenómeno mui natural desde que todas se derivan de un oríjen único. Por otra parte, la observacion anatómica i fisiolójica es incapaz por sí sola de resolver el problema: es menester unir la investigacion de la filiacion histórica i mui particularmente de las lenguas; i aunque estos estudios hayan hecho progresos admirables en nuestra época, no se hallan todavía en estado de resolver el problema. De aquí provienen las diferencias que hai entre las diversas clasificaciones científicas de las razas humanas. La mas sencilla, i talvez la mas razonable de todas, es la propuesta por Blumembach en el siglo pasado i seguida jeneralmente en nuestro tiempo. Segun ella, la especie humana puede dividirse en cinco grupos o razas: 1.° *raza caucásica* o *blanca*; 2.° *raza mongólica* o *amarilla;* 3.° *raza etiópica* o *negra;* 4.° *razas americanas* o *cobrizas*; 5.° *raza malaya* o *parda.*

2.—La raza caucásica o blanca se distingue por un cráneo en cierta modo ovoide, i por un rostro ovalado con facciones regularmente pronunciadas, sin protuberancia de la mandíbula ni de los pómulos. La nariz es larga, mas saliente que ancha; los ojos horizontales i bastante descubiertos por los párpados. El color de los ojos es mui variado, i es la única raza en que se ven ojos azules. La boca es pequeña o mediana, con lábios delgados i bien dibujados. La barba cubre mas o ménos las inmediaciones de las labios, las mejillas i la parte inferior de la cara. Los cabellos son finos, sedosos, lisos o crespos, i varían de color desde el rubio hasta el negro. La cútis es blanca,

pero se hace mas o ménos oscura segun los climas, el temperamento de cada individuo o la manera de vivir. Es la raza que presenta los modelos de mayor belleza física, así como en lo moral es la que ha alcanzado mayor desarrollo en la civilizacion, i ha producido los mayores jénios de que se gloría la humanidad. Se divide en grandes familias que pueblan toda la Europa, a escepcion de la Laponia, una gran parte del Asia i todo el norte del Africa. Pertenecen a ella, ademas de los europeos, los circasianos i otros pueblos del Cáucaso, que se consideran los hombres mas hermosos de la Tierra, los tártaros, los persas, los habitantes del Indostan, los árabes, los sirios, los judios, los ejipcios, los abisinios i los moros del Africa.

La raza blanca, dijimos, posee una gran superioridad sobre las otras razas. «Sus idiomas mas ricos i mas sueltos, dice M. Jules Duval, están dotados de esta flexibilidad de formas que revela la perfeccion del lenguaje; sus relijiones, ya sea que domine en ellas el carácter politeista o el monoteista, sobrepujan a todas las otras por la grandiosidad i la perfeccion del ideal infinito que ellas personifican bajo la forma de divinidades múltiples o de un Dios único, así como por su concepcion del órden universal en el tiempo i en el espacio. Mas manifiesta es aun su supremacía en la organizacion política, en los monumentos de la literatura o de las artes, en el cultivo de las ciencias, en los trabajos de la industria. Mas que todas las otras, la raza blanca tiene el gusto i la aptitud para las emigraciones lejanas: solo ella funda verdaderas colonias i toma posesion de las tierras i de los mares mas distantes del centro de su nacimiento. Desde hace cuatro siglos ha pasado del antiguo continente al nuevo, que ha sometido a su imperio. Afirmada así en el sentimiento de su supremacía por el testimonio de la historia, la raza blanca se atribuye la direccion de los negocios del mundo, i sin que ninguna otra ponga en duda su derecho; i en el caso necesario, impone su voluntad por la fuerza, lo que constituye otra manera de manifestar su superioridad. Es-

tá a la cabeza de la humanidad: las otras razas no son mas que los brazos» (1).

La raza mongólica o amarilla tiene la cara ancha, la frente chata, la nariz corta, pero levantada i mas gruesa que la de la raza caucásica, las mejillas prominentes, la boca grande, lábios gruesos i arqueados, cabellos toscos, negros i lácios, barba escasa, i el color de su cútis varía desde el blanco mate hasta el amarillo oscuro. Esta raza se divide i se subdivide igualmente en un gran número de familias. Pertenecen a ella los chinos i japoneses, naciones civilizadas desde una remotísima antigüedad, los habitantes de la Indo-China, los mongoles, la mayor parte de los pueblos de la Siberia, los lapones i los esquimales que pueblan las rejiones circumpolares en ámbos mundos.

La raza etiópica o negra tiene el cráneo prolongado, frente estrecha, cara angosta, particularmente en las sienes, mandíbulas mas salientes que los individuos de cualquiera otra raza, nariz jeneralmente achatada, lábios gruesos i prominentes, pelo crespo i lanoso como el de las ovejas, poca barba i el color de la tez mas o ménos negro, aunque algunas tríbus tienen un color amarillento oscuro. Esta raza, que admite tambien muchas subdivisiones, vive en el Africa, desde el sur del desierto de Sahara hasta la estremidad meridional, en pequeñas tríbus o naciones mas o ménos salvajes, casi sin industria i casi siempre en guerra entre sí. Esta carencia de civilizacion ha sido el pretesto de que se han valido algunas naciones para reducir a los negros a la esclavitud i para emplearlos en países remotos en los penosos trabajos de la agricultura de la zona tropical, que esa raza soporta perfectamente, porque su robustez natural resiste a las mayores fatigas. La esperiencia ha demostrado, sin embargo, que los negros, sometidos a la influencia de razas mas civilizadas, son capaces por su intelijencia i por su carácter moral de un desarrollo que los hace superiores a la condicion horrible a que se les ha sometido.

---

(1) Jules Duval, *Notre Planète*, páj. 136.

Las razas americanas o cobrizas, habitaban la América a la época de su descubrimiemto por los europeos. Los naturalistas no han podido clasificarlas en ninguna de las tres razas del antiguo continente; pero tampoco ha podido hallar en ellas caractéres distintivos i constantes que permitan considerarlas como una raza homojénea. En efecto, haciendo abstraccion de los esquimales que pueblan las rejiones del norte i que pertenecen a la raza mongólica, no hai un matiz del color humano que no se manifieste en América, desde el negro hasta el amarillo, así como entre la elevada estatura del patagon i la pequeñez de los changos, se halla una gran variedad de estaturas intermediarias. Dominan, sin embargo, el color cobrizo, el pelo negro i grueso, casi siempre lácio, la frente estrecha, la barba escasa i los ojos mas grandes que los de la raza mongólica, con la cual presentan notables analojías. La raza americana se divide en ocho ramas principales, i sin embargo, estas divisiones, marcadas por caractéres mui diferentes, distan mucho de ser completamente satisfactorias. Casi parece escusado decir que los blancos que en nuestro tiempo pueblan la América son los hijos i descendientes de los europeos, i que por tanto pertenecen a la raza caucásica.

De la raza malaya o parda se puede decir lo mismo que lo de la anterior. En lugar de un tipo único, se encuentra cierto número de formas particulares que son mas o ménos semejantes a las formas características de las razas del antiguo continente. Dominan, sin embargo, la cara elíptica mas bien que ancha, la nariz gruesa, las mejillas medianamente prominentes, el cabello negro, lacio, a veces rizado, i la tez de un color pardo mas o ménos oscuro. Algunas de las ramas de esta raza presentan caractéres tan diferentes, que es difícil asignarles un tipo propio. Hai poblaciones negras, otras que parecen ser el resultado de la cruza de los malayos i los negros, i algunas, como los habitantes de Australia, que poséen un color mui oscuro i formas desagradables. En cambio, otras familias presentan en las facciones de la cara i en las proporciones del cuerpo

una hermosura semejante a la de la raza caucásica, como se observa en los habitantes de Tahití, cuya belleza ha sido mui admirada por los viajeros. Algunas de las familias de esta raza disminuyen considerablemente en nuestro tiempo, i parecen destinadas a desaparecer por los estragos horribles de la tísis pulmonar.

Debemos advertir, con todo, que los caractéres indicados deben considerarse solo como jenerales, i que esperimentan modificaciones notables en los diversos pueblos que los naturalistas clasifican en cada raza. Se comprende fácilmente que a consecuencia de una conquista, dos pueblos de raza diferente han podido mezclarse, i que sus descendientes deben participar de los caractéres de ámbas razas. Así se esplica que en muchos casos sea difícil, i casi imposible, el designar la raza a que pertenece un pueblo o un individuo.

3.—El mejor medio de llegar a una clasificacion razonable de las razas humanas es sin duda el estudio de las lenguas. Por grande que sea la diferencia que se observa entre muchas de ellas, es evidente que el estudio comparativo puede llevar a los hombres a descubrir la filiacion del lenguaje, la relacion recíproca de idiomas mui diversos, i el oríjen de algunos de ellos. Pero este trabajo es inmensamente mas difícil de lo que parece a primera vista. Sábios eminentes han consagrado toda su actividad al estudio de la filolojía comparada, i han llegado a demostrar que la mayor parte de los idiomas de los pueblos europeos descienden mas o ménos directamente del lenguaje que se hablaba en la India; pero despues de haber hecho estos descubrimientos, la investigacion se ha detenido aquí porque se han presentado barreras insubsanables hasta ahora. Estas mismas dificultades revelan la remota antigüedad del hombre, porque los idiomas han necesitado del largo trascurso de muchos siglos para transformarse i modificarse hasta el punto que hayan desaparecido casi completamente las analojías.

En muchas ocasiones se ha formado la estadística de las len-

guas habladas en todo el globo. El célebre jeógrafo italiano Adriano Balbi, despues de trabajos detenidos, cuenta 860 idiomas diferentes, divididos en mas de cinco mil dialectos. De estos 860 idiomas, 53 pertenecen a la Europa; 153 al Asia; 115 al Africa; 117 a la Oceania; i 422 a la América. Por enormes que nos parezcan estas cifras, debemos advertir que no dan una idea completa de la gran variedad de idiomas que se habla en el mundo. Así, contrayéndonos especialmente a la América, conviene decir que en este continente se conocen 438 idiomas, de que existen gramáticas mas o ménos completas, i mas de dos mil dialectos, aunque la filolojía moderna comienza a descubrir que algunas de las lenguas que se habian creido diferentes, son una misma, con lijeras modificaciones.

4.—Las razas humanas repartidas en las diferentes rejiones del globo se han propagado en todas partes en proporciones considerables. Diversos sábios se han ocupado en investigar cuál será la poblacion jeneral de la Tierra; pero los cómputos mas prolijos no han llegado a conclusiones satisfactorias. Cuando se trata de países mas civilizados, que tienen una estadística regular, es posible obtener resultados positivos; pero se comprende fácilmente que tratándose de países ménos cultos o enteramente bárbaros, es imposible obtener datos seguros. Así sucede que las avaluaciones que se han hecho de la poblacion total de la Tierra no pueden ser mas que aproximativas i por consiguiente mui variables. Volney contaba ménos de 450 millones de habitantes en la superficie de nuestro globo; Malte Brun, 650; Balbi, 737; J. Huot, comentador de Malte Brun, 740; Guillard, 817; Letronne, 900; Hassel, 940; Keith Johnston, 1,036; De Reden, 1,135; Dieterici, célebre sábio aleman, la eleva a 1,283 millones; i por último, M. J. Duval a 1,300 millones.

De todos estos cómputos, el de De Reden es el que se considera mas aceptable. Segun él, la poblacion del mundo estaria repartida en la forma siguiente:

Asia.............	763	millones	de habitantes.
Europa.........	256	„	„
América........	56	„	„
Africa	46	„	„
Australia	4	„	„

Debemos observar, sin embargo, que en este cómputo se ha exajerado sin duda la poblacion del Asia, i se ha disminuido la de América. La poblacion actual del Nuevo Mundo no puede bajar de 75 u 80 millones.

5.—El hombre, hemos dicho, se ha propagado en todas las zonas. Miéntras todos los individuos de los reinos animal i vejetal necesitan de ciertas condiciones climatéricas para nacer i desarrollarse, i viven solo en zonas mas o ménos estrechas, como lo veremos mas adelante, el hombre habita alternativamente las rejiones heladas vecinas al polo i los abrasadores países de la zona tórrida. Los variadísimos inventos de su industria maravillosa, le sirven en cierto modo para modificar a su alrededor la temperatura de las localidades, para abrigarse de los frios glaciales de las altas latitudes i para resguardarse del calor espantoso de las rejiones equinocciales.

Sin embargo, las condiciones de existencia i desarrollo del jénero humano no son las mismas en todas partes; o mas bien, el clima ejerce sobre el hombre físico, intelectual i moral una influencia incontestable. Un ilustre publicista frances del siglo XVIII, Montesquieu, ha exajerado sin duda esta influencia de los climas particularmente sobre las ideas morales i las instituciones sociales; pero es indudable que ellos determinan en los hombres tendencias particulares, que éstos pueden, sin embargo, dominar i vencer.

La influencia del calor en los paises tropicales se manifiesta sobre la cútis en la raza blanca, produciendo en ella una notable palidez. La circulacion de la sangre es mas activa que en las comarcas templadas: el aparato respiratorio funciona con ménos enerjía: las fuerzas musculares están poco desarrolla-

das; i sin embargo, los indíjenas, que están obligados a vivir de su trabajo, resisten mejor a la fatiga que los hombres de las zonas templadas, aunque éstos son mucho mas vigorosos. La indolencia que se observa en ellos se esplica fácilmente cuando se piensa que bajo la zona tórrida, el menor movimiento basta para provocar una copiosa traspiracion. Los climas calientes, ademas, escitan el sistema nervioso en un grado de que no se puede formar idea en los paises templados. El habitante de los paises tropicales puede dispensarse de vestidos, no tiene necesidad mas que de una débil cantidad de alimento, i para proporcionársela le basta sacudir las ramas de un árbol o arrancar las raises del suelo. No teniendo verdaderas necesidades i siendo la vida sumamente fácil para él, es imprevisor i se deja dominar por las pasiones del momento i por los placeres sensuales. En jeneral, obedece mas a la imajinacion que a la razon, i está mas dispuesto a la contemplacion mas propiamente dicha. Frecuentes epidemias hacen sentir los mas terribles estragos. La estacion mas mortífera es aquella en que la accion de la humedad se combina con la del calor excesivo. El aire está entónces corrompido por miasmas deletéreos, cuyos efectos son mui peligrosos. Así, se observa que en esos paises, en que la naturaleza se ostenta con tan lujosa lozanía, la vida del hombre es jeneralmente mas corta que en las zonas templadas.

Los pueblos que habitan los paises frios presentan entre sí grandes diferencias. Hai, por ejemplo, mucha distancia entre los suecos i los noruegos, tan notables por su alta estatura, i por su constitucion vigorosa, i los lapones i esquimales, cuya pequeñez i cuya deformidad son singulares. Sin embargo, bajo el aspecto fisiolójico, estos pueblos ofrecen semejanzas sorprendentes que provienen de la accion de los ajentes esteriores. Así, domina entre ellos el temperamento sanguíneo. La circulacion de la sangre es poco activa; pero los órganos de la respiracion están dotados de una rara actividad. La funcion calorífica es igualmente notable por su enerjía. El capitan Parry

refiere que los esquimales de los alrededores de la isla de Melville, al norte de la América, habitan en chozas construidas con trozos de nieve endurecida, artísticamente cortados i amontonados en forma de cúpula regular: una avertura circular mui baja les sirve de entrada, i la cima de estas singulares habitaciones da paso a la luz por un agujero que se cierra con un fragmento de hielo mui diáfano. Allí viven durante el invierno con una temperatura media de – 25 a—32 grados, que baja a veces a—46 grados. A consecuencia de la concentracion del calor vital, su apetito es mui grande i la dijestion mui rápida. Por esto mismo necesitan alimentos eminentemente reparadores. Las enfermedades mas comunes en esos paises son debidas a la accion directa del frio. La conjelacion produce la pérdida de las estremidades. Las enfermedades de la vista son endémicas, sobre todo en las rejiones árticas, a consecuencia de la conjelacion de las lágrimas, i por la accion de una luz mui viva, debida a la reverberacion de la nieve. Las conjestiones cerebrales i pulmonares son frecuentes: pero la tísis es rara. Apesar del gran número de enfermedades de la cútis, algunas de las cuales son verdaderamentes horribles, los climas frios son mas sanos que los paises calientes, i la aclimatacion del hombre de las rejiones templadas se opera con mucha mas facilidad. Como debe comprenderse, el hombre civilizado tiene medios para ponerse al abrigo de los frios excesivos, miéntras que le es imposible resguardarse enteramente de un calor abrasador. En las rejiones circumpolares, la actividad del sistema nervioso es mui reducida. La sensibilidad es obtusa, i en jeneral la imajinacion está mui poco desarrollada. El hombre que habita los paises frios está obligado a entregarse a un trabajo penoso e incesante para procurarse su vestido, el abrigo i el alimento: sus necesidades acrecen sin cesar, i por esto mismo, es particularmente previsor i moderado.

El carácter distintivo de las zonas templadas es la alternativa igual i periódica de las estaciones de calor i de frio. Miéntras que entre los trópicos, como hemos visto en otra parte, la tem-

peratura media varía mui poco en los diversos períodos del año, i que en la zona glacial la intensidad del frio no da lugar a una temperatura mas suave sino durante algunas semanas, en las zonas templadas existe una notable regularidad en la marcha de la temperatura, i los grandes estremos de calor i de frio estan unidos por graduaciones sucesivas que hacen en cierto modo insensible el paso de una estacion a otra. Aunque las diferencias estremas de temperatura sean mui considerables, aunque las estaciones opuestas, el invierno i el verano, ofrezcan los caractéres mas marcados de contraposicion, la sucesion de las estaciones no se opera de un modo bastante brusco para que el organismo del hombre sufra considerablemente. En el curso de un año, pasa gradualmente al través de los climas mas diversos, contempla paisajes siempre nuevos, ve a la Tierra cubrirse de verdura i de flores, i perder en seguida este magnífico vestido para envolverse en el frio i en la nieve, es decir, ve la naturaleza de los trópicos i la de los polos. Las escenas que se suceden de estacion en estacion, dice M. Elisée Réclus, son para el cuerpo i la intelijencia del hombre lo que serian los viajes de muchos centenares de leguas: viaja incesantemente, puede decirse así, en la superficie de la Tierra.

Esta diversidad de fenómenos climatéricos i la manera regular como se suceden, han hecho de las zonas templadas el clima por excelencia para la humanidad. La vida del hombre se desarrolla mejor que en cualquiera otra parte. No hai nada que paralice ciertas funciones vitales a espensas de las funciones opuestas. El equilibrio es el estado habitual del organismo: las enfermedades no presentan en jeneral ese carácter particular que resulta del predominio absoluto de un sistema orgánico. Las estaciones producen, es verdad, la frecuencia mas o ménos grande de ciertas afecciones particulares; pero esa frecuencia es incomparablemente menor que en las zonas tropical i fria. En las zonas templadas, ademas, el hombre está instigado constantemente al trabajo, porque si la naturaleza es jenerosa en ellas, lo es solo para los que la estudian, la comprenden i tra-

bajan. Cada estacion tiene un trabajo especial que prepara los frutos de la estacion siguiente. Por medio de incesantes i de victoriosos esfuerzos, el hombre desarrolla su sagacidad, su intelijencia i su amor a la vida. Los paises templados, léjos de poner trabas a la actividad humana, la estimulan en todos sentidos. Así se ve que desde hace tres mil años ellos son el asiento de las civilizaciones mas avanzadas i la cuna de las ciencias, de las artes i de la industria.

Pero, como sabemos, la altura de los lugares sobre el nivel del mar modifica notablemente su temperatura. Así, en las montañas i mesetas de la zona tórrida se goza de un clima templado, de manera que la civilizacion ha podido desarrollarse allí lo mismo que en las zonas situadas entre las líneas de los trópicos i los círculos glaciales; i en efecto, se ha visto que los únicos centros de cultura de la América a la época de la conquista europea eran las mesetas de Méjico, de Bogotá, de Quito i del Perú.

CAPITULO XII

Jeografia zoolójica

1.—Distribucion de los animales en el globo.—2. Cuestiones de que trata la jeografia zoolójica.—3. Los mamíferos.—4. Las aves.—5. Los reptiles.—6. Los peces.—7. Los insectos i las aracnidas.—8. Los gusanos intestinales.—9. Los moluscos.—10. Los zoófitos.—11. Número considerable de especies animales.

1.—No hai persona que no sepa que cada pais alimenta especies de animales que le son peculiares; pero la ciencia no ha podido descubrir la causa de esta reparticion de los animales en las diversas rejiones del globo, cómo i cuándo han hecho sus emigraciones, de dónde han partido, por qué se les encuentra en un lugar i no en otros que tienen un clima análogo. Buffon observaba que el tamaño de los animales está jeneralmente en relacion con la estension de las rejiones en que se les encuentra. Las aguas del mar que ocupan la mayor superficie del globo, contienen los animales mas grandes, la ballena, el cachalote, etc., que no se encuentran mas que en los grandes mares. Del mismo modo, solo en los mas vastos continentes se hallan los animales terrestres mas considerables por su tamaño. El antiguo continente, que sobrepuja en mucho al nuevo en superficie, es tambien el que posee los animales mas poderosos i los mas grandes, el elefante, el rinoceronte, el hipopótamo, la jirafa, el leon, el tigre, el camello, el caballo. etc. La Amé-

rica no contiene, o a lo ménos no contenia a la época de su descubrimiento, mas que animales de estatura secundaria, el bisonte, el tapir, el jaguar, el llama, el guanaco, etc. En la Australia, el mamífero mas grande que existe es el cangurú. En Madagascar se encuentran animales de formas menores todavia. Es este un fenómeno mui curioso, i que no puede esplicarse de modo alguno.

Otro hecho no ménos curioso es la relacion que existe entre la elevacion de la temperatura i los diferentes grados de riqueza zoolójica de los paises. En la zona tórrida, la variedad de los animales es infinitamente mayor que en las zonas templadas, i disminuye paulatinamente al acercarse a los polos. Cada clima parece representar una zona cerrada en sus dos estremidades, fuera de la cual las formas cambian i se pierden. En los climas mas calientes, se encuentra la vida animal i vejetal mas exuberante. En efecto, a la zona tórrida pertenecen los animales mas grandes, los mas hermosos, los mas singulares, los de formas mas variadas, i los que poseen a la vez la organizacion mas completa i las facultades mas desarrolladas, los elefantes, las jirafas, los monos, los papagayos, los cocodrilos, las tortugas, etc. Las aves, las mariposas, las conchas, etc., ofrecen tambien en esta zona los colores mas vivos i mas hermosos. Los climas templados tienen una fauna mas reducida, ménos brillante, ménos variada. Los climas frios, sin calor i sin luz, tienen una fauna pobre; i con escepcion de algunas especies, tales como el ciervo, el reno i el oso blanco, no se encuentran ahí mas que animales de pequeña estatura. Es preciso, ademas, hacer otra escepcion para los grandes cetáceos, es decir, la ballena, el cachalote, etc.; pero debe observarse que la temperatura en medio de la cual viven estos animales, la del mar, es siempre superior en muchos grados a la del suelo i a la del aire en las rejiones polares.

Advertiremos aquí que en las rejiones vecinas a los polos son escasas las especies animales; pero el número de individuos de cada especie es verdaderamente prodijioso. En el mar i en los

rios de esas rejiones se hallan los mismos peces en una abundancia en que no se les encuentra en las otras zonas.

La influencia del clima sobre el desarrollo de los seres organizados está probada por otro hecho que conviene conocer: los paises sometidos a la misma temperatura son habitados por animales que presentan entre sí una grande analojia. Así, por ejemplo, existe una notable semejanza entre las aves de las rejiones boreales i las que se encuentran en las rejiones australes. El mismo hecho se observa entre los animales que habitan las rejiones templadas de uno i otro hemisferio, i los que pertenecen a la zona tropical del antiguo i del nuevo continente: las especies que se encuentran en América, como se observa en los monos, son diferentes, pero análogas a las de la misma rejion en el viejo mundo. Las islas separadas de otras tierras por una gran distancia, suelen tener animales particulares; pero en ellos se verifica la misma lei, es decir, presentan grandes analojias con las especies que pueblan las rejiones de igual temperatura. Este hecho, mui singular i mui importante por sí mismo, ha sido invocado en apoyo de su sistema por los naturalistas que sostienen que las especies animales se modifican por las influencias del clima.

2.—La jeografía zoolójica se ocupa principalmente de resolver estas tres cuestiones: 1.ª ¿Cuál es el lugar en que tuvieron su oríjen las diversas especies de animales?—2.ª ¿Por qué ciertas especies se encuentran diseminadas en vastas comarcas, i aun en climas opuestos?—3.ª ¿Cuáles son, por el contrario, las causas por que otras especies han quedado confinadas en una estrecha rejion?

La solucion de la primera cuestion es mui difícil a causa de los cambios múltiples que han podido tener lugar. Cuando una especie está esclusivamente limitada a un país, como el orangutan a Borneo i Sumastra, el gorilla i el chimpancée a las costas occidentales del África, el llama a los Andes del Perú i el cangurú a la Australia, se puede creer que esos animales son orijinarios de las rejiones en que residen. Pero cuando una es-

pecie está esparecida en una gran porcion de la tierra, como el buei, la oveja, el caballo, el ciervo, no es posible indicar el punto de partida de estos animales sino con la ayuda de los documentos históricos; i con frecuencia estos documentos faltan o son deficientes. Las causas que favorecen la diseminacion de ciertos animales son de dos especies: una depende de la naturaleza misma del animal; otra de circunstancias que le son estrañas. Los animales que por su misma naturaleza se inclinan a la diseminacion de su especie, son los que poséen el mayor poder de traslacion. En las clases de las aves i de los peces se encuentra el mayor número de especies cosmopolitas. Por otra parte, entre las aves i los peces se observan frecuentemente las emigraciones en épocas determinadas del año para buscar un clima mas conforme a su naturaleza. En el hemisferio boreal particularmente, se ve que muchas aves hacen emigraciones regulares impulsadas por un instinto admirable. Al aproximarse el invierno, abandonan las rejiones en que han vivido durante el verano para pasar la estacion de los frios en los países meridionales que gozan de una temperatura mas benigna; i vuelven en la primavera a las rejiones de donde partieron i donde hacen sus nidos i donde procrean sus hijos. Bastará citar entre estas aves las golondrinas i las cigüeñas de Europa que, atravesando el Mediterráneo, van a pasar el invierno en Africa. Por el contrario, cuando los órganos de la locomocion son mui incompletos en un animal, éste está reducido a no salir de un límite estrecho, como se verifica con los reptiles i con los crustáceos, es decir, la jaiva, los camarones, los cangrejos, etc.

Entre las causas de diseminacion estrañas a los animales, la mas poderosa es la industria humana. Así como el hombre ha perseguido las especies que eran peligrosas, ha multiplicado cuanto le es posible las que son útiles, i las ha agrupado a su alrededor en todos los lugares donde se ha establecido. Así se esplica la presencia de los perros, de los carneros, de los cababallos, de los bueyes i de las gallinas en casi todos los puntos

del globo habitado. Algunas circunstancias fortuitas han podido hacer igualmente que ciertos animales salven las barreras naturales que parecian invencibles. Por ejemplo, los trozos de madera que la gran corriente marina conocida con el nombre de gulf-stream, arrastra desde el ecuador hasta el círculo polar del norte, están poblados por larvas de insectos que van a desarrollarse en otras rejiones. En Holanda, en donde la construccion de las habitaciones se hace sobre postes de maderas enterrados en el suelo, se han desarrollado ciertas especies de insectos destructores orijinarios de las Indias orientales, que han resistido por dos o mas años al invierno riguroso de aquel país. Las aves que frecuentemente no dijeren los huevos de otros animalillos o las semillas que tragan, las evacuan a veces a grandes distancias del lugar donde las habian encontrado, i trasportan así a loléjos tipos desconocidos.

Las causas que han mantenido a ciertas especies confinadas en su primitiva habitacion, nacen de obstáculos materiales i de obstáculos fisiolójicos. Entre aquéllos ocupa el primer lugar el mar que, oponiendo una barrera insubsanable, ha impedido la propagacion de las especies indíjenas de la América tropical en la zona correspondiente del viejo mundo. Solo en los polos las especies se acercan i se hacen comunes, porque las tierras se acercan tambien, i los hielos establecen cada año una continuidad periódica entre ellas. Así se ve que el oso blanco, el ciervo, el reno, el castor, etc., se encuentran en las rejiones boreales de los dos continentes. La dispersion de los animales marinos que viven cerca de las costas, está impedida igualmente por la configuracion de los mares; pero aquí el obstáculo consiste a veces en la interposicion de una larga faja de tierra, a veces en la misma inmensidad del océano que les habria sido preciso atravesar: así sucede que hai pocas especies de peces que sean comunes a las costas opuestas del Altántico. Las cadenas de montañas oponen tambien barreras invencibles a muchas especies animales. En la cordillera de los Andes se observa no solo con los insectos, sino tambien con muchas aves, qne no pasan de un

lado a otro de la cadena. Bastaria recordar ciertas especies de loros i las catitas que se encuentran en los valles orientales de los Andes, i que se ven rara vez en Chile.

Los obstáculos de un órden fisiolójico no son ménos poderosos. El primero de todos es la desigual temperatura de las diversas comarcas del globo. Si algunas especies como el hombre i el perro soportan igualmente el frio i el calor i pueden vivir bajo todas las latitudes, la mayor parte de los animales de la zona tropical, como los monos, los leones, las grandes tortugas i las grandes serpientes, mueren en breve cuando se les trasporta a un clima frio o a uno templado. Del mismo modo las especies que habitan los climas frios, como el reno, no pueden soportar ni aun la temperatura de los paises templados. En otros casos, la naturaleza de la vejetacion opone obstáculos a la dispersion de las especies. Esto es lo que sucede con ciertas especies que se alimentan solo con un vejetal, como el gusano de seda i la cochinchilla: es evidente que no podrán subsistir en los paises en que no se producen la morera i el nopal.

3.—El estudio de la jeografía zoolójica da lugar a muchas otras consideraciones jenerales de cierta importancia; pero no entraremos a ocuparnos de ellas, prefiriendo circunscribirnos a señalar ciertos hechos (1).

---

(1) Para que se comprendan mejor ciertas denominaciones de que tendremos que hacer uso en el resto de este capítulo, debemos definir lo que se entiende por *jénero* i por *especie.*

La coleccion de todos los cuerpos organizados, nacidos unos de otros o de padres comunes i de todos los que se parecen a ellos, es lo que se llama *especie* en zoolojía i en botánica. Las especies pueden dividirse en *variedades,* es decir, en cuerpos que se diferencian de forma i de color, pero que tienen un oríjen comun. Un hombre de la raza malaya i otro de la raza caucásica, por ejemplo, son variedades de una misma *especie.*

Un número de especies que tienen cierta cantidad de propiedades comunes, se reune para formar un *jénero.* Así, por ejemplo, el leon, el tigre, la pantera, el gato, son animales que tienen entre sí muchos caractéres comunes, son especies de un mismo jénero. Todavía, los jéneros se agrupan entre sí por ciertas circunstancias que le son comunes, i forman los

La zona tórrida produce los mas grandes entre los mamíferos terrestres; i aun, como ya hemos dicho, los del viejo mundo son mayores que los de la América. La India produce el elefante, animal enorme por su tamaño i de un gran vigor, pero que se domestica fácilmente i presta al hombre importantes servicios. El Africa posee otra especie de elefantes, con colmillos mucho mas grandes, i que por esto mismo se utilizan en el comercio del marfil. En ámbos continentes existen varias especies de rinocerontes, animales del mismo órden que los elefantes, aunque un poco mas chicos que ellos, mas estúpidos i feroces; pero las especies africanas son diferentes de las asiáticas. El hipopótamo, animal anfibio, horrible por su deformidad, i que tambien es de un tamaño considerable, vive en el Africa tropical. Todos estos animales tienen en cada pié mas de dos dedos cubiertos de pezuñas, de donde les ha venido el nombre de mutúngulos (voz de oríjen latino); i se les llama tambien paquidermos (voz de oríjen griego, que quiere decir grueso cuero). Su piel es gruesa, casi desnuda de pelos o poblada por pocos pelos gruesos. El mas grande de los representantes de este órden en América, es el tapir o anta, que vive en el sur del Brasil i en el Paraguai, i no pasa del tamaño de un asno comun.

El órden de los rumiantes o bisulcos, animales provistos muchos de ellos de astas o cuernos en la cabeza, de un sistema dijestivo particular con cuatro estómagos i con dos pezuñas en cada pata, está mucho mas repartido en todo el globo, i tiene algunos jéneros que son de grande utilidad para el hombre. El camello, usado como bestia de carga i como medio de locomocion para el hombre, es de dos especies: una con una sola corcova, llamada tambien dromedario, existe en el norte del Africa, la Arabia i la Persia; la otra, con dos corcovas, es orijinaria del Asia cen-

---

órdenes i *familias*; i las familias se reunen i forman *clases*. El perro i el gato pertenecen a jéneros distintos, pero a un mismo órden, el de los carnívoros.

tral, i se la encuentra en el Asia menor i en la Rusia meridional. La primera no existe ya en el estado salvaje: a la segunda se la encuentra, segun refieren algunos viajeros, en las fronteras setentrionales de la China i en el Turquestan. Los animales que corresponden a los camellos en el nuevo mundo son los llamas, las vicuñas, las alpacas i los guanacos. Los llamas i alpacas se conocen solo domesticados en las cordilleras de Bolivia, del Perú i del Ecuador. La vicuña, mucho mas chica i mui apreciada por su finísima lana, vive en el desierto de Atacama i en las altas cordilleras de Bolivia. El guanaco es orijinario de las cordilleras de Chile, i se le encuentra hasta Magallanes. Pertenecen tambien al órden de los rumiantes, los ciervos, cuyas diversas especies se encuentran repartidas en las rejiones templadas de ámbos hemisferios. Entre ellos, el reno, que ha sido domesticado por los lapones, habitan las altas rejiones circumpolares de uno i otro continente. Son comunes otras especies en Europa; i en la América meridional se hallan tambien algunas: una de ellas la del huemul, de los Andes de Chile. Mas numerosas son las especies antílopas o gacelas, que recorren en grandes manadas las rejiones del Africa i de Asia. Una sola especie de gamuza se halla en los Alpes i Pirineos de Europa. El almizclero, del cual se saca el almizcle, igualmente buscado como remedio i como perfume, que se forma en un saquito adherido al vientre, pertenece esclusivamente a las montañas centrales del Asia.

Los mas comunes, como tambien los mas útiles de los rumiantes son los cabros, las ovejas i los bueyes. Los primeros son orijinarios del norte del Africa i del Asia Menor; los ovejas parecen tener su oríjen en la Europa meridional, sin que este hecho descanse mas que en una suposicion; el buei parece orijinario del Africa i de la India, segun unos, i de Europa segun otros. Pero estas tres especies utilizadas por la industria del hombre, han sido trasportadas a todas partes i han prosperado felizmente. Existen, ademas, varias especies de buei en Africa i en Asia. El búfalo, orijinario de la India, i el yak, orijinario

del Tibet, han sido reducidos a la domesticidad. En la América del norte existe tambien una especie de búfalo (el bisonte) diferente a la de la India. El mas singular de los animales de éste órden es la jirafa, el mas alto de todos los mamíferos, que posée un largo cuello i un cuerpo comparativamente pequeño. Habita el interior del Africa.

El órden de los animales carnívoros no es menos grande en el antiguo continente. Los mas temibles son el leon, que habita toda el Africa i las partes occidentales del Asia, rejiones ámbas en que viven la pantera i la hiena. El tigre es orijinario del Asia meridional. El leon de América, que en Chile se llama puma o pangui, se halla en las montañas de todo el continente, i es un animal mas pequeño i menos osado que el leon de Africa. Mas temible es todavia el jaguar, o tigre americano, que se encuentra en la América meridional i solo al este de los Andes. El gato, esparcido ahora en casi todos los paises, es orijinario del Ejipto. Hai diferentes especies de lobos i de zorros en ámbos continentes. El perro, por el contrario, es orijinario del viejo mundo, pero se encuentra esparcido en todo el globo como el compañero fiel del hombre. Las varias especies de osos habitan en jeneral las rejiones templadas del hemisferio norte, i una de ellas, el oso blanco, se encuentra en los paises vecinos al polo boreal. Los chingues son mas abundantes en la América del sur, i no existen en muchas partes del antiguo continente.

El órden de los cuadrúmanos, comunmente llamados monos, cuenta numerosas variedades, todas ellas orijinarias de la zona equinoccial. Los del antiguo continente son los mas grandes, como el orangutan de Sumatra i de Borneo, i el gorilla i el chimpancé de las costas de Guinea. Los monos de América se domestican fácilmente, i tienen diferencias notables con los de Africa. Algunas de sus especies son compuestas de animalitos mui pequeños, como el tití, que mide quince a dieziocho centímetros.

El órden de los solidúngulos, caracterizado por un pié que

no tiene mas que un solo dedo envuelto en una ancha pezuña, ofrece varias especies diferentes, de las cuales la mas notable es la del caballo, que presta al hombre tan útiles servicios. Se le cree orijinario de la Persia i de la Arabia; pero trasportado por el hombre, se ha estendido en casi toda la Tierra. El asno orijinario de la Persia i de la Tartaria, donde todavia se le halla en el estado salvaje, ha sido igualmente trasportado a todas partes, i se le encuentra ahora en casi todas las rejiones de las zonas tórrida i templada.

La América del sur ofrece varios animales peculiares a ella: entre estos, los armadillos, mas conocidos con el nombre de quirquinchos, que tienen el cuerpo cubierto de piezas óseas en forma de coraza; i los perezosos, cuadrúpedos que por lo largo de sus miembros de adelante se mueven con dificultad en la tierra, si bien trepan con bastante lijereza sobre los árboles.

La Australia tiene tambien animales mui singulares: los cuadrúpedos pertenecen a un grupo particular denominado marsupiales, porque las hembras paren sus hijos en un estado mui imperfecto, i los guardan en una bolsa (marsupium), situada en el bajo vientre. El mas grande de todos esos cuadrúpedos es el cangurú de Australia. En Chile existe un animalito llamado comadreja, del tamaño de un raton, que pertenece tambien al órden de los marsupiales.

En cuanto a los mamíferos marinos, observaremos, que las focas o lobos de mar se hallan en todos los mares, aun en los glaciales, formando especies diferentes. Los morsos o focas marinas, cuyos colmillos se prefieren al marfil, pertenecen solo a los mares del polo ártico. Las ballenas i cachalotes, animales colosales por su tamaño, vagan por todos los mares, así como las varias especies de delfines, llamados toninas en Chile.

4.—Seria mui largo entrar en detalles sobre la distribucion jeográfica de las aves, cuyo número es a lo ménos cuatro veces mayor que el de los mamíferos. Indicaremos solo algunas particularidades: los loros, papagayos, catitas i guacamayos, pertenecen casi esclusivamente a la zona tórrida i a la templa-

da austral; los pica-flores o colibríes, cuyas brillantes plumas rivalizan con el esplendor de las piedras preciosas, habitan solo la América. Los mejores cantores se hallan en Europa i en las comarcas vecinas: tal es el ruiseñor. Los cuervos de colores negros i lúgubres, tan abundantes en Europa, no existen en la América meridional. El avestruz verdadero, que tiene solo dos dedos, habita el Africa cálida i la Arabia: es famoso por su gran tamaño, por su vigor i por su facilidad para correr; el avestruz americano (con tres dedos), de que hai dos especies de diferente tamaño, es mucho menor, tiene plumas ménos hermosas i habita el interior del Brasil, las pampas de la República Arjentina i la Patagonia. Las varias especies de casoarios, aves igualmente corredoras, habitan las grandes islas de la India i la Australia. Halcones, águilas, lechuzas i buitres hai en todas las partes del mundo, aunque no son siempre las mismas especies. El buitre mas grande, el célebre cóndor, es peculiar a la América del sur. El órden de las gallináceas comprende varias especies que estan distribuidas por su oríjen en diversas rejiones del globo, si bien el hombre las ha jeneralizado en todas partes. El pavo real, la gallina i el faisan son orijinarios de la India; i el pavo comun lo es de la América del norte, donde se le encuentra todavía en el estado salvaje.

5.—Los reptiles o anfibios, mucho ménos numerosos que los mamíferos, ofrecen sus especies grandes i temibles solo en la zona tórrida; en ésta viven los grandes lagartos o cocodrilos (las especies americanas se llaman tambien caimanes i aligatores). Las grandes boas i las grandes tortugas de mar son tambien de esta rejion. En la zona tórrida hai, ademas, un número infinito de diferentes lagartos, de culebras venenosas i de serpientes sin tósigo. Ambas clases de reptiles disminuyen rápidamente en número i en tamaño, alejándose de la zona intertropical hácia los polos; en los países frios, no hai otros reptiles que sapos i ranas. Es singular que no haya ninguna clase de tortuga en Chile, ni tampoco clase alguna de salamandra, rana

coluda que por su esterior difícilmente se distinguiria de una lagartija.

6.—Los peces abundan por todas partes, i el número de los individuos es aun mayor en los paises frios que en la zona tórrida. En los mares árticos i en los rios que desembocan en ellos, se pescan varias especies de salmones i truchas en cantidades asombrosas; pero se encuentran tambien éstos en las rejiones templadas del hemisferio boreal.

El arenque, cuya pesca ocupa muchos millares de personas, habita el mar que media entre Inglaterra, Escandinavia i Alemania; las sardinas se pescan en el Mediterráneo i Atlántico. Hai una especie en las costas de Chile.

El bacalao, cuya pesca es talvez mas importante que la del arenque, existe en el Atlántico boreal, sobre todo en Noruega i en el banco de Terranova. El bacalao de la isla de Juan Fernandez es un pez mui diverso.

Los sollos i esturiones, de cuyos huevos hacen los rusos el cabiar (manjar), i que suministran la cola-picis, viven en el mar Caspio i en el mar del Norte. Suben los rios, i su pesca es abundantísima i mui importante en Rusia.

En los rios de la zona templada boreal, abundan muchísimas especies de carpas que no existen en el hemisferio austral, como tampoco las anguilas propiamente tales.

En todos los mares hai tiburones o perros marinos, que por su ferocidad son los tigres entre los peces, como tambien las rayas de cuerpo achatado. Forman una division de estas últimas, las trimielgas, que tienen la singular propiedad de dar golpes eléctricos al que las toca. Las hai, no solo en los mares del antiguo mundo, sino tambien en el de Chile. Pero el pez que posee en mas alto grado la propiedad de dar golpes eléctricos es la anguila eléctrica, que vive en los rios de la Guayana, en Orinoco, etc., i que puede matar un caballo.

Los peje-reyes son mas abundantes en la América del sur que en Europa.

Los singulares peces voladores abundan en los mares de la

zona tórrida; pero hai algunos en el Mediterráneo. Son de varias especies i tamaños.

Es casi escusado decir que la zona tórrida produce no solo una variedad mucho mas grande de peces que las otras zonas, sino tambien colores sumamente vivos i brillantes, que rara vez o nunca se observan en los peces que habitan las rejiones en donde los rayos del Sol caen mas oblícuamente.

Como lo hemos dicho en otra parte (páj. 191), el océano es mucho mas poblado que los continentes. Miéntras éstos solo tienen habitantes en su superficie, aquel cuenta pobladores en todo su espesor, i en número verdaderamente prodijioso.

7.—En la numerosísima clase de los insectos, observamos igualmente, como ya lo hemos dicho, que los insectos dotados de los colores mas brillantes se hallan en la zona tórrida, i que ésta produce tambien un número infinitamente mayor de especies que las otras zonas. Siendo su número tan grande, debemos limitarnos a pocas observaciones.

Apénas hai una media docena de especies de insectos que sean de una utilidad directa para el hombre. El mas importante es el gusano de seda, que se alimenta de las hojas de la morera, orijinario de la China, i que se puede criar casi en toda la zona templada. Esta crianza está destinada a ser de una grande utilidad para Chile.

Los insectos que debemos colocar en segundo lugar son las abejas, que viven en sociedades admirables, rejidas por una reina, la única hembra del enjambre. Son orijinarias de Europa e introducidas hace pocos años en Chile, donde se multiplican de un modo admirable i producen cantidades crecidas de miel i de cera. En la América del sur, el Africa, etc., hai tambien abejas silvestres que producen miel i cera.

La cochinilla es un insecto que vive sobre las tunas en Méjico i en Centro-América, i que actualmente se cria tambien en el sur de España, Canarias, etc. Son las hembras preñadas las que suministran un color rojo admirable.

Un insecto mui útil a la medicina es la cantárida de la Eu-

ropa media i austral, mui diferente de lo que en Chile se llama cantárida; sirve para los emplastos cáusticos. Podria emplearse con el mismo objeto el pilme de Chile, que hace mucho daño comiendo las hojas de las papas i de otras verduras.

Hai muchos insectos perjudiciales o molestos al hombre.

Las pulgas, chinches, piojos, moscas domésticas, han acompañado al hombre por todas partes; pero hai algunos que los mortifican solo en ciertos parajes, como las vinchucas, en Chile, la República Arjentina i Bolivia; las niguas del Perú, algo parecidas a la pulga, que depositan sus huevos en los piés de los hombres i de los animales, i causan agudísimos dolores, úlceras i aun la muerte. Los zancudos i mosquitos son una de las plagas mas grandes de los lugares pantanosos en la zona tropical; pero los hai tambien en ciertas localidades de las otras zonas, i se les halla hasta en la Laponia. Las hormigas causan a veces en la zona tórrida mui grandes estragos, sobre todo las llamadas hormigas blancas o propiamente térmes, que son capaces de reducir las paredes i aun las maderas mas duras a menudo polvo. Las langostas destructoras se crian principalmente en los lugares áridos i desiertos de la parte cálida de las zonas templadas; sirven a veces de comida en esas rejiones: en Chile no se han propagado en la vasta escala en que existen en en la República Arjentina. Las baratas llegan tambien en la zona tórrida a ser una plaga, destruyendo los comestibles, los vestidos i hasta el calzado.

A la clase de las aracnidas pertenecen las arañas i los alacranes. Las arañas mas grandes existen en la zona tropical; pero es una fábula la de que cazan en sus telas a los picaflores. La araña llamada peluda en Chile cede apénas por el tamaño a esas arañas tropicales. Los alacranes no se conocen en la parte mas fria de la zona templada, i mucho ménos en la glacial. Las especies mas grandes i mas temibles son tropicales. Lo mismo debe decirse de los ciento-piés.

Las sanguijuelas, tan útiles en la medicina, viven en las aguas

dulces de algunos paises de Europa. Las de Chile son mucho ménos eficaces.

8.—Los gusanos intestinales viven todos en el interior de otros animales. Pero ciertas comarcas tienen sus plagas peculiares; así el gusano de Medina, que vive en la carne del hombre es propio de las costas arenosas del Africa i de la Arabia. La ténia o lombriz solitaria, la triquina, que vive en la carne del cerdo, pero que se propaga en la especie humana, pertenecen entre otros a estas clases de animales, i se hallan en casi todos los paises. Los pirigüines, que se encuentran en Chile i otros paises, son fatales para los carneros i aun para el hombre.

9.—Los moluscos forman una clase mui numerosa de animales, i comprenden principalmente los caracoles i conchas.

Tenemos que repetir aquí que los países tropicales producen el número mayor de especies i las especies mas hermosas por sus brillantes colores. La mayor parte de las especies se puede comer; pero entre las comestibles ninguna tiene tanta fama como la ostra, que se halla en casi todos los mares.

La concha de perla, cuyo animal contiene con frecuencia las concresiones morbosas que se llaman perlas i se estiman tanto como las piedras preciosas, se cria solo en los mares tropicales. Su pesca es mui importante, i se hace sobre todo entre Ceilán i el continente de la India. Las costas de Venezuela i Panamá fueron famosas por las pesquerías de perlas; pero ahora están casi agotadas en esas rejiones. Se pescan tambien en el mar de las Indias los caracoles llamados cauris, que sirven de moneda en varias partes del Africa i de la India.

10.—Los zoófitos, animales singulares, la mayor parte fijos en el fondo del mar, como una planta i semejantes a ésta con la diferencia de que observamos en lugar de las hojas i flores, grupos de animales innumerables; son infinitamente mas abundantes en los mares cálidos que en los frios. En los mares tropicales producen casi esclusivamente esas inmensas masas

calcáreas que forman grandes arrecifes en las costas i aún a veces islas enteras. Son de muchas especies.

11.—Apesar de los grandes progresos de la zoolojía, no es posible indicar con una exactitud aproximativa el número de especies animales conocidas hasta ahora. Diversos naturalistas han hecho esta avaluacion; pero miéntras unos hablan de 260 o 280,000 especies conocidas i descritas, otros elevan su número a 430,000. Estas diferencias tan notables revelan que en realidad ese número es desconocido; i en efecto, si es verdad que se conocen los grupos mas elevados, aquellos que son compuestos de grandes animales, tambien es cierto que estos grupos son los ménos ricos en animales de formas diferentes. La primera clase, la de los mamíferos, se distingue de todas las otras por el corto número de sus representantes, 1,700 especies; i aún en este total, relativamente mui corto, son los animales de pequeña estatura los mas numerosos. Así tambien, sobre cerca de 7,000 especies de aves conocidas por los naturalistas, mas de los dos tercios son de un tamaño que no excede el de un jilguero. Los insectos, en jeneral, mucho mas pequeños que los animales de todas las clases superiores, comprenden por sí solos cerca de los tres cnartos del número total de las especies animales, mas de 150,000 especies según unos, mas de 300,000 según otros. Mas abajo todavía de este mundo de los insectos, de los moluscos (con 9,000 especies) i de los gusanos (con 2,000) viven multitudes de animalillos que no podemos distinguir sin el ausilio del microscopio. Con frecuencia, los órganos de esos seres maravillosos son imperceptibles a nuestra vista, aun armada de un poderoso instrumento; pero sin embargo, se descubren en ellos variedades de formas que dejan ver la existencia de un gran número de especies.

La ciencia ha clasificado con grande escrupulosidad las especies animales que han existido en la Tierra en épocas anteriores a la nuestra; i según los últimos estudios, pasan de 30,000. Esta suma es verdaderamente enorme si se considera, como hemos dicho en otra parte (véase la páj. 32) que solo una

porcion mui reducida de los antiguos pobladores del globo ha trasmitido una parte de su cuerpo. Cuando se sabe lo que son los restos fósiles que encontramos en la Tierra, se comprende fácilmente que los insectos i los gusanos, por ejemplo, no pueden haber dejado muchas huellas de su existencia. Mas de la mitad de las especies fósiles clasificadas por D'Orbigny pertenece a jéneros que no están representados por ninguna especie viva al presente.

Si la multitud de especies que constituyen el conjunto del mundo animal es verdaderamente prodijiosa, la muchedumbre de individuos de algunas especies es innumerable. Solo por millones se trata de contar las palomas viajeras de los Estados Unidos, cuyas bandadas emplean tres dias en pasar por un sitio, apesar de que atraviesan el cielo con una rapidez de 80 quilómetros por hora. Solo por miles de millones se pueden avaluar las langostas que en ciertos países cubren el aire como una nube negruzca, i destruyen la vejetacion de los campos. En fin, todo cálculo es imposible, i la imajinacion misma es impotente cuando se trata de las nubes de mosquitos que oscurecen la atmósfera en los pantanos de la Luisiana i de Colombia, o en los grandes lagos de la América del norte. I sin embargo, todavía son mucho mas numerosos los organismos que pupulan en el océano.

CAPITULO XIII

Jeografía botánica

1. Causas que influyen en la distribucion jeográfica de las plantas; la temperatura.—2. La luz.—3. La humedad.—4. La naturaleza del suelo.—5. Diferencia que se observa en la propagacion de ciertos vejetales: plantas espontáneas i plantas sociales.—6. Oríjen probable de los diversos jéneros vejetales; sus emigraciones sucesivas; causas voluntarias e involuntarias que las producen.—7. Producciones vejetales mas importantes de la zona tórrida.—8. Id. de las zonas templadas.—9. Id. de la zona fríjida boreal.—10. Número probable de las especies vejetales.

1.—Las plantas no están esparcidas uniformemente en todo el globo, sino que se muestran solo en tal o cual punto de su superficie. Existen para ellas, como para los animales, centros de creacion restrinjidos a veces a una pequeña localidad, ocupando en otras una vasta estension de territorio. Como lo hemos dicho al tratar de la distribucion de los animales, el hombre carece de los datos indispensables para descubrir el fundamento de estas diferencias. Como sucede en las especies zoolójicas, las especies vejetales tienen límites que no pueden salvar. La distribucion de los vejetales sobre la Tierra está, pues, determinada por dos órdenes de causas, las unas ocultas a nuestra investigacion en el misterio del oríjen de las cosas, las otras accesibles a nuestro estudio, porque dependen de

la naturaleza de las especies i de los ajentes esteriores que la rodean.

Los ajentes que ejercen una influencia mas considerable sobre los vejetales, son la temperatura, la luz, la humedad i la naturaleza del suelo.

Como hemos visto en otra parte, la temperatura de los lugares, por regla jeneral, va disminuyendo del ecuador hácia los polos; pero tambien hemos señalado las circunstancias locales que modifican esta lei de la temperatura, i entre ellas la influencia de las alturas, que en realidad no es menor que la de la latitud, i aun podria decirse que es mas evidente, porque una ascension de algunas horas en una montaña hace pasar al hombre por todos los grados de temperatura.

La influencia del calor sobre la vejetacion es evidente. Un frio excesivo la perjudica estraordinarimente manteniendo el agua en el estado de hielo. Como las plantas no absorben mas que líquidos, no se puede concebir la existencia de vejetales en la rejion en que existen las nieves eternas. El protococcus nivalis, jelatina orgánica de globulillos que da un color rojo a la nieve del polo i algunas veces a la de los Alpes, produciendo el fenémeno de las nieves coloradas, no alcanza a constituir una excepcion a aquella regla, porque es menester observar que esta planta, que ocupa uno de los últimos lugares en el reino véjetal, vive en la superficie de la nieve, i aprovecha el derretimiento local i parcial que los rayos del Sol deben producir. Por el contrario, vemos que los países tropicales nos muestran la vejetacion mas lozana, el mayor número de especies diferentes, los matices mas vivos en el color de las flores i de las hojas, el mayor número de plantas provistas de resinas, de esencias, de principios colorantes i medicinales. A medida que avanzamos hácia los círculos polares, disminuye el número de las especies, el color de las flores es ménos vivo, los principios aromáticos son ménos abundantes. Por fin, cerca de los hielos perpétuos del polo no hai árboles, i prevalecen las plantas imperfectas, los musgos i los líquenes.

Esta misma gradacion se observa cuando se sube de las llanuras a las montañas. En efecto, a medida que ascendemos en una montaña encontramos especies nuevas i una vejetacion decreciente, hasta que llegando a cierta altura desaparece toda la vida vejetal. El célebre botanista frances Tournefort encontró al pié del monte Ararat los vejetales ordinarios de la Armenia, a la mitad de la altura los de la Italia i la Francia, i en la cima los de la Escandinavia. Hai pues, como se ve, una gran semejanza entre la vejetacion jeneral de un hemisferio considerado del ecuador al polo, i la de una gran montaña considerada de su base hácia su cima. Por esto el sábio naturalista frances de Mirbel ha comparado el globo terrestre con mucha exactitud i con mucho injenio, a dos inmensas montañas adheridas por su base, en las que el ecuador seria el punto de reunion.

Así como la exuberancia de la vejetacion es mayor en las rejiones tropicales, i va disminuyendo en su marcha hácia los polos, se nota la misma gradacion en el número de las especies vejetales. Nos bastará citar cuatro cifras que comprueban este hecho. La flora francesa cuenta con mas de 7,000 especies, la de Suecia un poco mas de 2,300, miéntras la de la Laponia no alcanza a 1,000; i en los paises mas frios todavia, como la Groenlandia, los botanistas no enumeran mas de 80 o 110 especies diferentes.

Cuando se trata de la vejetacion, no es la temperatura media de una localidad lo que importa conocer; son mas bien las temperaturas estremas i la temperatura de cada mes. Al hablar de los climas, hemos dicho que en jeneral las temperaturas estremas son mui diferentes en las zonas templadas i frias. Basta que la temperatura baje en aquellas rejiones para que una especie sea destruida; así como basta que el calor no se eleve a cierto grado para que los frutos de algunas especies no puedan madurar. Así, por ejemplo, no importa para la vida del naranjo que el calor del verano en Paris sea mas fuerte que el de Santiago, porque el frio rigoroso del invierno, superior al que

se esperimenta en nuestro suelo, destruye esta planta. Por una razon inversa, no importa tampoco para el durazno i para muchas otras plantas, que el frio de Chiloé sea inferior al de Santiago, porque ahí el calor del verano no basta para hacer madurar su fruto. Así, pues, para la aclimatacion de una especie vejetal es necesario que la temperatura convenga oportunamente para favorecer tal o cual funcion de su vida. Una especie teme el frio de la primavera porque brota mui temprano: así el almendro no puede prosperar en los paises en que el invierno se prolonga mucho. Otra necesita de una larga suspension de la vejetacion durante el invierno; así el manzano, que crece i fructifica perfectamente en las rejiones frias de las zonas templadas, no puede prosperar en los paises tropicales. Otras, por fin, como el granado, piden mucho calor en otoño para madurar sus frutos.

Estas escepciones a la regla jeneral de la relacion que existe entre la temperatura de un lugar i la vejetacion, es mas evidente todavia cuando se trata de las plantas anuales, es decir, de aquellas que nacen i mueren dentro del período de un año. Así, el maiz i el sorgo o curagua, son plantas orijinarias de la zona tórrida; pero como su cultivo no exije mas que algunos meses, es evidente que podrán prosperar en todas las latitudes que tengan duranto tres o cuatro meses un calor considerable, i en efecto se les cultiva aun en el Canadá, cuya temperatura media es casi igual a la de San Petersburgo i cuya temperatura de invierno es mas baja que la del norte de la Suecia. Por una razon análoga, en el norte del Indostan i en la China meridional, con un calor tropical, se cultivan los cereales i las legumbres de las zonas templadas, porque el invierno es bastante benigno para permitir su desarrollo, i para que se siembre en otoño i se coseche en primavera.

A una lei semejante obedecen ciertas plantas cuya vejetacion parece suspendida durante los meses de invierno. Sus hojas se caen, sus vástagos parecen perfectamente secos, i en ese estado soportan sin destruirse los rigores de un invierno crudo. Así,

por ejemplo, en el sur de la Rusia, en Crimea i Astracan, donde no pueden aclimatarse al aire libre la camelia, el arrayan i el laurel, porque el frio las destruye, se mantiene la vid, i en el verano, que es bastante ardiente, produce buenos frutos Por el contrario, la temperatura de invierno del sur de Inglaterra, mas suave que la del sur de la Rusia, permite el cultivo de aquellas tres plantas, la camelia, el arrayan i el laurel; miéntras que, por falta de un calor suficiente en el verano, la uva no madura allí sino artificialmente, en conservatorios calentados.

2.—Como la luz desempeña un papel esencial en la respiracion, la nutricion i la coloracion de los vejetales, es fácil concebir cuánto debe favorecerlos la abundancia de la luz, i cómo su ausencia debe impedir su desarrollo. Una planta trasportada a la oscuridad, pierde poco a poco su color, se pone blanca i sus brotes se alargan dirijiéndose al punto por donde entra un poco de luz. Así se ve en las plantas que se cultivan en las ventanas, que toman una direccion oblícua hácia la luz; i en las que viven en patios encerrados por altos edificios, que crecen rápidamente buscando tambien la luz. Las plantas que habitan cerca del ecuador esperimentan la accion alternativa de las noches iguales a los dias, durante los cuales los rayos luminosos del Sol les llegan casi perpendicularmente, i esta circunstancia influye poderosamente en la exuberancia de la vejetacion de la zona tórrida. La inmediacion de las grandes estensiones de agua, del océano, por ejemplo, por la produccion de vapores que se interponen entre la Tierra i el Sol, disminuye la temperatura i la luz, influyendo poderosamente en la vejetacion.

3.—La humedad es un ajente indispensable para la vida de las plantas. En todo el mundo se ve una vejetacion lozana i sobre todo selvas, donde hai mucha humedad, donde llueve mucho. Por el contrario, la tierra es árida i la vejetacion escasa donde falta el agua. Los desiertos mas estériles se cubririan de una rica vejetacion i aun de bosques, si fuese posible dar-

les lluvias o a lo ménos riego. Para comprender la importancia de las aguas sobre la vejetacion bastaria comparar los desiertos del Africa con las selvas vírjenes de la América meridional, donde la accion combinada del calor i de la humedad desarrolla la vejetacion mas rica i mas lujosa que es posible concebir Pero ámbas rejiones están situadas en la zona tórrida, i por esto conviene citar otro ejemplo mas convincente todavía. En Chile la vejetacion es rica i variada en las provincias meridionales, en Valdivia i Chiloé sobre todo, donde llueve mucho; i es sumamente pobre en las provincias del norte, donde las lluvias i la humedad son mui escasas, sin embargo de que en uno i otro lugar la lei jeneral de la temperatura i de la luz están en contraposicion con los hechos.

4.—Se ha exajerado, sin duda, los efectos de la composicion química del suelo sobre la produccion de ciertas especies vejetales. Pero lo que no puede ponerse en duda es que el estado físico, es decir, el estado de agregacion de las moléculas de que se compone un terreno, puede influir sobre el carácter de la vejetacion. Así, donde el suelo es grueso, profundo, permeable al agua i a los ajentes atmosféricos, se desarrollarán especies mas grandes, mas numerosas; miéntras que en un terreno de la misma naturaleza química, pero cuya superficie se encuentra en otro estado de agregacion, la vejetacion presentará caractéres enteramente opuestos.

Aparte de éstas, hai otras circunstancias esteriores que influyen sobre la vejetacion. Se ha observado que si dos puntos colocados en el globo a distancias considerables pero en condiciones análogas, no ofrecen las mismas especies, hai, sin embargo, entre las dos vejetaciones relaciones que no se pueden desconcer. Así, los mismos jéneros pueden ser representados en cada uno de esos paises por especies diferentes.

5.—Pero estas consideraciones jenerales no esplican un gran número de fenómenos curiosos que nos presenta la jeografía botánica. Hai ciertos órdenes o familias de plantas que son particulares al nuevo mundo i que faltan en el antiguo; otros

son particulares al hemisferio austral i faltan en el boreal. Estos hechos no se pueden deducir de las leyes jenerales que determinan la vida de las plantas i solo se conocen por la esperiencia. Así, algunas plantas se adaptan a casi todos los climas, a todos los suelos, i con frecuencia espulsan la vejetacion indíjena. Esto es lo que ha sucedido en Chile con la manzanilla, con el alfilerillo, la cicuta, la teatina, i otras plantas importadas de Europa. Por el contrario, hai plantas que crecen solo en pequeños lugares particulares i que no han podido propagarse en otros puntos, o que se las cultiva difícilmente i con el mayor cuidado. Hai algunas plantas tambien, como los cereales, es decir, el trigo, la cebada, etc., que se cultivan fácilmente en muchos lugares, pero que nunca han llegado a ser espotáneos, como el cardo, i como tantos otros vejetales. Algunas plantas son sociales, esto es, se crian siempre juntas en gran número, cubren ellas solas grandes trechos de terrenos i permiten apénas a una que otra planta aislada el establecerse entre ellas. Las plantas sociales se hallan principalmente en las zonas fria i templada del norte, i faltan casi completamente en la tropical i aun en la templada austral. Así, miéntras en Escocia, Noruega i el norte de la Alemania se encuentran grandes estensiones de terreno cubiertas por plantas pequeñas i muchas veces árboles de una sola especie, en Chile se hallan solo pequeños trechos en que domina una planta o un árbol, pero luego se descubren otras especies de vejetacion que interrumpen la uniformidad. Todavia exite otra diferencia mui marcada entre la vejetacion de las zonas templadas de uno i otro hemisferio. Casi todos los árboles i arbustos del norte de la América, de la Siberia i de Europa, pierden sus hojas en invierno, miéntras los de la rejion meridional de la América i del Africa i los de Australia conservan casi siempre su verdura.

6.—Las mismas dificultades que existen para descubrir el lugar donde tuvieron oríjen tales o cuales especies de animales,

se repiten cuando se trata de las especies vejetales. Se comprende que cuando una especie está circunscrita a un solo lugar se suponga que es orijinaria de él, como los clavos de olor de las islas Molucas, el té de la China, la cascarilla de la rejion tropical de la América del sur; pero hai especies esparcidas en una gran porcion del globo, cuyo oríjen no puede conocerse sino por medio de documentos históricos, i aun a veces estos documentos faltan o son mui deficientes. No hai dato alguno que nos indique el oríjen del trigo, que ahora se cultiva en todos los paises templados. El árbol del pan prospera tan favorablemente en las Antillas, que se le creeria orijinario de estas islas si no se supiera que solo a fines del siglo último fué traspotado de la Oceanía. El café i la caña de azúcar forman una de las mas valiosas producciones de la América tropical i su cultivo está tan jeneralizado que se creería que ámbas plantas son orijinarias de la América si no constase por la historia que han sido trasportadas del oriente, el primero por un oficial frances en el siglo XVIII; i la segunda por los españoles en el siglo XVI. El mangüei de Méjico ha sido trasportado al viejo mundo, i crece en la rejion setentrional del Africa con la misma lozanía que en su propia patria, a punto que se le crée vejetacion africana por su oríjen. En la provincia de Valdivia hai millones de manzanos que nadie ha plantado, i que se han propagado naturalmente de las semillas traidas de Europa.

Hai, ademas, algunas plantas que son cosmopolitas, ès decir, se hallan en una gran porcion del globo sin haber sido introducidas por el hombre. Son por lo comun plantas litorales o acuáticas; i es mui poco verosímil que hayan nacido en su oríjen en un solo pais i que hayan sido trasportadas sus semillas por casos fortuitos a los paises lejanos en que ahora las vemos. Todo nos hace creer que la existencia de las plantas de esta naturaleza constituye una escepcion en el reino vejetal.

La manera mas lójica de esplicarse la propagacion i la emigracion de los vejetales es el aceptar que cada punto de la Tierra ha sido el centro de una vejetacion mas o ménos espe-

cial, mas o ménos diferente de la de las otras tierras. Ningun botanista sostendria ahora la hipótesis de Lineo de que las especies vejetales han salido todas de un solo punto de la Tierra, por ejemplo, de una montaña mui elevada situada bajo el ecuador. Una montaña semejante, aun cuando fuese tan alta como el Chimborazo i aun cuando ofreciese todos los climas en sus faldas, no puede presentar mas que la vijésima parte de las especies vejetales, si se ha de juzgar por la riqueza botánica de los paises mas estensos i favorecidos. No se puede tampoco suponer con Buffon que la vejetacion actual haya salido de las rejiones polares. Es mas lójico i mas natural suponer, como lo hemos dicho, que cada punto de la Tierra fué centro de una vejetacion especial que se ha propagado a otros puntos por emigraciones sucesivas.

Las emigraciones de los vejetales son a veces conocidas, i a veces constituyen un misterio que puede llamarse impenetrable. Para esplicar cómo la misma especie existe algunas veces a grandes distancias, en paises separados por un vasto océano como en la Europa i en América, algunos autores, dice Alfonso de Candolle, atribuyen una grande accion a los medios de trasporte. El viento, segun ellos, sopla en todas las direcciones i en una estension de muchos centenares de leguas. Las trompas i los huracanes arrastran algunas veces i trasportan a lo léjos ciertos insectos, i con mayor razon las semillas, que de ordinario son mui livianas. Algunas de éstas están provistas de membranas que facilitan el trasporte. Otras son mas pequeñas que los granos de polvo. Los rios i las corrientes marinas arrastran las semillas a grandes distancias; i si bien es verdad que despues de un largo tránsito algunas de ellas pierden la facultad de jerminar, otras, recorriendo distancias ménos considerables, prosperan felizmente en el pais donde llegan. Las aves, en sus emigraciones, trasportan algunas veces a lo léjos las semillas que han tragado, i que son bastante sólidas para no descomponerse en el estómago. Otras semillas se adhieren a los pelos de los animales, a los vestidos de los hombres, i a

las mercaderias que trasportan. En fin el hombre, gracias a su industria i actividad, trasporta a lo léjos muchas especies. No hablamos aquí solo de las plantas cultivadas i sembradas voluntariamente, sino tambien de las que se encuentran confundidas por casualidad con las semillas que se trasportan para sembrar. Por este medio muchos vejetales europeos, inútiles i aun perjudiciales, se han propagado, como la ortiga (1), por casi todo el globo.

Desde que una semilla llega a un pais cuyas condiciones climatolójicas le son favorables, se propaga fácilmente, i con mucha frecuencia pasa a ser silvestre, como ha sucedido en Valdivia con el manzano, en Valparaiso i Quillota con la higuerilla o palmacristi, en Africa con el magüei. En otras ocasiones, la planta crece pero no da frutos sazonados, i a veces de ninguna clase. El datilero, planta indíjena del norte del Africa, crece en la Europa meridional, pero no da frutos comestibles. El aguacate o palta, árbol indíjena de la América tropical, crece en varios puntos de Chile, pero solo da frutos en los lugares en que hai mui poco frio. Algunos árboles frutales de Europa, aclimatados en la zona intertropical, han podido crecer mas o ménos bien, florecen aun, pero no cuajan.

En jeneral, i como puede comprenderse sin trabajo, es mas fácil aclimatar las plantas que provienen de un pais mas caliente, que las que son orijinarias de climas frios. El hombre puede crear al rededor de ellas una temperatura mas ardiente, miéntras que le es mui difícil proporcionarle mayor frio. Así se comprende que en San Petersburgo se cultiven algunas plantas tropicales. Para conseguir este resultado, la industria coloca las plantas bajo cristales, o las sitúa en un lugar donde reciben la mayor cantidad posible de calor solar, i donde están resguardadas de los vientos frios. Otras veces elije entre las varieda-

(1) Debe advertirse aquí que la ortiga grande i que da flores mas o ménos notables, llamada brava o caballuna, es orijinaria de América, i que en Chile hai a lo ménos treinta especies diferentes.

des de una misma especie aquella que necesita ménos calor, o cuyos frutos maduran en ménos tiempo. El calor del verano no permitia, por ejemplo, que la vid fructificase en Valdivia; pero se ha llevado allí la variedad llamada chassela de Fontainebleau, que da frutos mas tempranos, i ha prosperado sin dificultad.

7.—Cada zona tiene, pues, sus producciones especiales, si bien algunas de ellas pueden cultivarse, mediante condiciones particulares, en otras zonas. Vamos a indicar sumariamente los vejetales mas importantes de cada rejion.

Entre las plantas alimenticias que se cultivan en la zona tórrida, descuella el arroz, que sirve de alimento a casi todo el mundo i que para algunos pueblos, como los chinos, los indios i japoneses, es el principal alimento. Como es planta anual, la temperatura del invierno no tiene influencia alguna sobre él. El arroz puede cultivarse aun en las partes cálidas de la zona templada, como se ha ensayado en Lombardía, en Valencia, en España i en Santiago.

El maiz es el grano que se cultivaba en América ántes de la llegada de los europeos. En Bolivia predomina aun su cultivo sobre el del trigo i de los demas granos. El cultivo del maiz se jeneraliza cada dia mas por todo el mundo. Propiamente es una planta tropical; pero se puede cultivar por la misma razon que el arroz en una gran parte de la zona templada.

El sorgo es el grano de los negros de Africa, i por tanto es produccion tropical. Nosotros lo cultivamos para hacer escobas. En Chile se llama curagua o curagüilla.

Entre las raices que se cultivan, merecen particular mencion el camote o papa dulce; i la yuca, cuya fécula lleva los diferentes nombres de tapioca, mandioca, etc.

Una de las plantas mas importantes de la zona tórrida es la caña de azúcar, orijinaria del Asia, trasportada a América por los españoles en el siglo XVI, i cultivada ahora en toda la zona tórrida.

Del inmenso número de frutos que esa zona posée mencio-

naremos el plátano, notable por sus esquisitos frutos i por sus desmesuradas hojas, del cual hai varias especies, orijinarias unas de América, i otras de Asia. Los españoles trajeron estas últimas al nuevo mundo, i hoi parecen indíjenas. Mencionaremos, ademas, la piña, orijinaria de América; el tamarindo orijinario de la India; i el árbol del pan, orijinario de la Oceanía. Ambos han sido trasportados a América.

Los naranjos i los limoneros, aunque orijinarios de los paises tropicales de China, prosperan en las partes cálidas de la zona templada. En la América tropical se han jeneralizado estraordinariamente, i se les cultiva ademas en la zona templada del nuevo mundo, así como en España, Portugal, Italia, Grecia i sur de Francia.

El café, árbol cuya semilla es en el dia de un uso tan jeneral, es orijinario de la Abisinia i se cultiva en toda la zona tórrida. Una plantita trasplantada a la Martinica en la primera mitad del siglo pasado por el oficial frances De-Clieux, es el oríjen de todas las inmensas plantaciones que hoi constituyen una de las principales riquezas de la América tropical.

El árbol del cacao es orijinario de Méjico, pero su cultivo se ha jeneralizado en toda la América cálida. El mejor cacao es de Centro-América.

El té, arbusto cuyas hojas son el objeto de un inmenso comercio i se usan ahora en todo el mundo, se cultiva casi esclusivamente en las partes cálidas de la China, de donde es orijinario. De pocos años a esta parte, ha comenzado a cultivarse en el Brasil, aunque en pequeña escala todavía.

El algodon suministra, en los hilos que cubren sus semillas, el vestido de casi todos los hombres. Se cultiva en toda esta zona i aun en las partes cálidas de la zona templada. Las provincias meridionales de Estados Unidos producen el mejor algodon. Algunas especies son orijinarias del Asia, otras de la América ecuatorial.

Casi todas las especies pertenecen a la zona tórrida. Las principales son: la canela, cuyas mejores clases existen en la

isla de Ceilan; el pimiento, que se da casi esclusivamente en la costa de Malabar i en Sumatra; el jirofle que produce el clavo de olor, crece solo en las islas Molucas; la pimienta de olor, proviene de un árbol de Jamaica; el jenjibre i los cardamomos son producciones de la India oriental.

Los palos de tinte son casi todos productos de la zona tórrida. Pertenecen a este número el palo brasil, el palo campeche, orijinarios de la América equinoccial, i el sándalo rojo. El sándalo blanco, cuya madera es tan olorosa, es tambien producto de esta zona.

La zona tórrida produce igualmente muchas maderas de ebanistería mui apreciada; la jacarandá, la caoba, el ébano, etc.

Las diferentes plantas que producen el añil pertenecen todas a esta zona.

Son infinitas las plantas de la zona tórrida que producen drogas i remedios. El árbol que produce la quina, vulgarmente cascarilla, crece en la zona tórrida de la América del sur, en el Perú, en el Ecuador i en Bolivia, etc., pero en lugares elevados que tienen una temperatura ménos ardiente. La cascarilla mas apreciada en Europa es la de Bolivia. Algunas plantas trasportadas al Indostan desde hace treinta años, han prosperado admirablemente. Los arbustos que producen la ipecacuana, son orijinarios del Brasil.

El tabaco es orijinario de las Antillas, dode forma la principal riqueza de la isla de Cuba. Trasportado a Europa por los españoles a fines del siglo XV, se ha jeneralizado en toda la zona tórrida; i como planta anual, se cultiva tambien en los paises templados que poseen un verano ardiente.

Las palmeras, esos árboles jigantes que Lineo llamaba los príncipes de las plantas, pertenecen casi esclusivamente a la zona tórrida, para cuyos moradores son de una grande utilidad. Muchas tienen frutos comestibles; sus hojas sirven para techos i otros usos; de su jugo se hace miel, azúcar i vino. Mencionaremos el cocotero, que se halla en toda la zona tropi-

cal de América, pero sin alejarse mucho de la costa. La palmera llamada elais, que se cria en la costa occidental de Africa i de cuyo fruto se saca el aceite de palma, que en el dia es el objeto de un importante comercio. El sagotal de las Molucas, que encierra en sus troncos muchísima fécula, el sagú del comercio. El datilero es produccion de las partes cálidas de la zona templada, Africa boreal, Arabia, Fenicia, Persia. El cocotero de Chile i la palmera abanico, que carece casi siempre de tallo, son igualmente plantas extratropicales.

8.—Hai una diferencia mui marcada entre la vejetacion de la zona templada de cada hemisferio, i es que la mayor parte de los árboles i arbustos de la zona templada boreal se despojan de sus hojas en invierno, miéntras que la mayor parte de los de esta zona en el hemisferio austral conservan siempre su verdura. La razon de esta diversidad es, sin duda, que en la primera zona los inviernos son ríjidos i los veranos mui calorosos, miéntras que en el hemisferio austral los inviernos son suaves, i los veranos ménos calorosos. Sin embargo se verifica que los árboles europeos aclimatados en Chile pierden sus hojas en el invierno.

En estas zonas se cultivan como cereales el trigo, el zenteno, la cebada, la avena, i aun el maiz i el arroz aunque estos dos pertenecen a la zona tórrida. Ya hemos dicho que no se conoce el lugar de donde son orijinarios los cereales. Estendidos ahora por todo el mundo, se observa sin embargo, que en ningun pais se han hecho silvestres.

Se cultiva un gran número de legumbres: frejoles, guisantes, arvejas (impropiamente llamadas alverjas), habas, lentejas, garbanzos, i muchos vejetales comestibles, como coles, lechugas, zapallos, pepinos, betarragas. De esta última se estrae en Francia casi todo el azúcar del consumo.

La papa o patata es probablemente orijinaria de Chile. Se cultiva ahora por todas partes en esta zona; en muchas rejiones de Europa, como en Irlanda, es el alimento principal de los pobres.

Hai mucha abundancia de árboles frutales: la higuera orijinaria de la Siria, el granado del norte de Africa, i el olivo del oriente, se dan solo en las partes cálidas de esta zona; el durazno o melocoton, orijinario de Etiopia segun unos, de Persia segun otros, el almendro, el damasco, el albaricoque, el ciruelo i el cerezo, orijinarios de la Siria i del Asia menor, el nogal de Persia, el manzano i el peral de Europa, no necesitan una temperatura tan elevada.

La vid, que parece orijinaria del Asia occidental, alcanza a dar buenos vinos hasta el paralelo 51 al norte, en Alemania: pero no prospera en la zona tórrida sino en ciertos lugares.

En la zona templada, ademas, hai una gran abundancia de maderas. Entre ellas ocupa el primer lugar la encina o roble. La encina-bellota de España produce frutos comestibles, i el alcornoque produce la cáscara llamada corcho.

El castaño es igualmente precioso por su madera i por su fruto. Hai varias especies, orijinarias unas del Asia Central, otras de la América del norte, i otras, por fin, de la Europa Meridional. Es esta última la mas útil por sus frutos excelentes i nutritivos.

La haya, el alerce, el fresno, el tilo, el álamo, el olmo, el sauce i varios otros árboles que suministran maderas, son comunes en los bosques de Europa i en los de Norte América i Siberia.

El jénero de los pinos ofrece en el hemisferio boreal un gran número de especies, estimadas por sus maderas, sus resinas i el aguarras que de ella se obtiene. Mencionaremos el cedro del Líbano i del monte Atlas, el ciprés i el alerce europeos, el pino propiamente dicho i el abeto.

No faltan tampoco plantas que den fibras útiles para tejidos, tales como el lino i el cáñamo. Ambos son orijinarios del Asia, pero están propagados en casi todos los paises templados.

Hai muchas plantas importantes para la tintoreria. La mas notable es la rubia o roya, orijinaria del sur de Europa i del

Asia occidental, cuya raiz da un color rojo tan hermoso como duradero.

Entre las plantas medicinales peculiares a esta zona se hace notar el ruibarbo, que se cria en las altas montañas del Asia central.

La zona templada austral tiene sus plantas particulares; i, entre las indíjenas, hai solo unas poquísimas plantas herbáceas que se crian igualmente en la zona templada boreal. Ya hemos dicho que los bosques ofrecen un aspecto mui diferente por tener las hojas siempre verdes; pero la mayor parte de los árboles de esta zona pertenece a familias mui distintas i que a veces no tienen ninguna analojía con las de la zona templada boreal. Es tambien digno de notarse que las plantas de la América meridional, del Africa i de Nueva Holanda, se diferencian mucho entre sí; al paso que las de América, Europa i Asia setentrionales se asemejan bastante i son muchas veces idénticas. Este fenómeno se esplica facilmente, si se tiene presente que las primeras comarcas están separadas entre sí por vastos océanos.

9.—Solo en la zona fríjida i boreal se encuentran tierras que por su posicion jeográfica tienen veranos mui fuertes i cortos. De ahí proviene indudablemente el que ofrezcan una vejetacion que, aunque pobre, es mas variada de lo que podria esperarse de lo elevado de las latitudes de esas tierras.

De los árboles de la zona templada, apénas hai algunos pinos i abedules. Las plantas leñosas se reducen a unos pocos arbustos. Solo en localidades mui favorecidas por su situacion se pueden cultivar un poco de cebada o de avena, coles, papas, lechugas, etc. En estas tristísimas rejiones abundan los musgos i los líquenes. Estos últimos cubren grandes estensiones, i en invierno son el principal alimento de los renos o ciervos de las rejiones frias.

10.—Así como lo hemos visto al tratar del reino animal, no es posible contar en el estado actual de la botánica, el número prodijioso de los vejetales que nos rodea, desde la encina, cuyo

tronco es a su vez una selva de plantas parásitas, hasta el humilde musgo esparcido en el suelo como manchas verdosas. Por otra parte, si aun no ha sido avaluada la multitud de especies vejetales, es preciso decir tambien que los naturalistas no están siempre de acuerdo en lo que es especie, i que unos ven simples variedades donde otros encuentran caractéres absolutamente distintos. Hace un siglo, el famoso naturalista sueco Lineo no conocia mas que 6,000 especies; pero de entónces a acá este número ha aumentado considerablemente, cerca de 1,000 especies por año. El catálogo de Candolle, publicado en 1848, describia 80,000. El herbario del museo de historia natural de Paris contenia ahora treinta años 120,000 especies. Por lo que toca a las especies, mucho mas numerosas sin duda que las conocidas, que los botanistas no han clasificado i ni aun descubierto, solo por cálculo se puede pensar en establecer su número. Jeneralmente, se estiman en 400 o 500,000 las especies vejetales, de manera que solo la cuarta parte de la riqueza vejetal del globo habria sido conocida; i en efecto, se ve que cada dia los viajeros hacen nuevos descubrimientos en las diversas rejiones de la Tierra; i aun en los paises de Europa, que son los mejor conocidos, se hallan cada año nuevas especies.

A las especies vivas al presente, es menester añadir 1,700 especies vejetales fósiles que han podido distinguirse i clasificarse; es decir, de la vejetacion de las antiguas edades jeolójicas, hai 1,700 especies que han podido trasmitir a la edad presente la huella de sus formas o una parte de su cuerpo.

CAPITULO XIV

Distribucion de los minerales

1. Principales rocas que constituyen la corteza de la Tierra, su distribucion jeográfica.—2. Distribucion de los metales.—3. Piedras preciosas, paises que las producen.—4. Sales.—5. Distribucion jeográfica de los minerales combustibles.

1.—Se designan con el nombre comun de minerales todos los cuerpos brutos o inorgánicos que se forman o se han formado naturalmente sin ninguna participacion de las fuerzas vitales ni de las operaciones del arte, i que se encuentran en la superficie o en el interior del globo. Esta definicion escluye, pues, del número de los minerales todas las sustancias de oríjen orgánico que se hallan en el seno de la Tierra, como la hulla, la antracita, etc., esto es del carbon de piedra que es compuesto de restos de vejetales. Sin embargo, hai la costumbre de unir el estudio de estas últimas al de los cuerpos puramente inorgánicos, sea a causa del lugar en que yacen, sea por su manera de esplotacion, que es la misma que se emplea para los minerales propiamente dichos.

Los minerales no están distribuidos en la Tierra segun los climas, como los animales i los vejetales; pero se observa que los mas útiles al hombre son los mas abundantes, i se encuentran en casi todos los paises. De ordinario, las rejiones mas

desamparadas, las mas improductivas, bajo el punto de vista de la vejetacion, son las que ofrecen la mayor riqueza mineral.

El granito se considera como la primera roca formada en la corteza de nuestro globo. Es una mezcla de cuarzo, que en Chile se denomina quijo, ordinariamente gris o sin color, i de feldespato blanco o rosado, i de láminas de mica. Esta última forma láminas mas o ménos grandes, que tienen amenudo el lustre i el color del oro i de la plata, por lo que muchas veces la jente ignorante las toma por estos metales preciosos. La micasquita se compone casi únicamente de cuarzo i mucha mica, i por eso está dividida en hojas o láminas. La cordillera de la costa en Chile está formada de granito en las provincias centrales i de micasquita en las del sur. Con frecuencia el granito se desagrega fácilmente, como se halla en Chile; en otros casos forma una roca mui sólida, capaz de un brillante pulimento, como v. gr., el granito rojo de Ejipto. Cuando la mica se presenta en hojas trasparentes i bastante grandes, pueden éstas emplearse en lugar de vidrios, como se hace en Rusia. La sienita es una especie de granito, en el cual la mica está reemplazada por una sustancia negra llamada anfíbola: algunas clases de sienita admiten igualmente un buen pulimento.

El asbesto o amianto, es una de las sustancias mas curiosas que nos suministra el reino mineral. Por su aspecto, su testura i su flexibilidad, ha dado lugar a que se le confunda con las sustancias vejetales, de tal suerte que se ha pensado que el amianto era un verdadero lino fósil, desecado por el ardor de un sol abrasador. Pero la verdad es que es una sustancia mineral que se presenta bajo la forma de fibras a veces un poco tiesas, elásticas, con frecuencia desligadas, flexibles como la seda o el lino, de color verde, gris o blanco. Los antiguos aprovechaban estas cualidades del amianto para hacer telas incombustibles que les servian entre otros usos para envolver los cadáveres que quemaban, con el objeto de impedir que se mezclasen con sustancias estrañas las cenizas de las personas que les eran queridas. En nuestros dias estas sustancias no

servian mas que para hacer papel i encajes, cuando últimamente se ha tenido la idea de hacer con ella vestidos incombustibles para el servicio de los bomberos. El amianto, en efecto, se funde fácilmente al soplete, cuando no se espone mas que una pequeña cantidad de filamento; pero en masa se funde mui difícilmente. No es una sustancia que se pueda clasificar de una manera exacta por su composicion, pues la mayor parte de las materias fibrosas que se designan con ese nombre se refieren a las sustancias magnesianas. Raro en otro tiempo, el amianto ha llegado a ser comun en nuestros dias, i se le halla en el Brasil, Francia, Saboya, etc.

La magnesia no está tan jeneralmente esparcida en el globo como el granito. La espuma del mar, sustancia que se corta con cuchillo, que no puede petrificarse ni disolverse en el agua i que es empleada en el Asia occidental para hacer las pipas blancas llamadas del Levante, i el talco, una sustancia hojosa mui untuosa al tacto, se conponen principalmente de magnesia. Este elemento entra tambien en gran proporcion en la composicion de la serpentina, que sirve para la fabricacion de ciertos vasos; se halla principalmente en Alemania, en Italia i en China. La piedra ollaria que se puede trabajar en un torno i de la cual se hacen ollas i otros vasos, no es mas que una variedad de serpentina.

La piedra caliza, que es un carbonato de cal mas o ménos impuro, es formada de ordinario por un sedimento de las aguas, i compuesta de numerosos restos de animales marinos o de agua dulce, segun se ha formado en el mar o en lagunas i rios. Forma en muchos paises masas mui considerables estratificadas, i es singular que éstas sean relativamente poco abundantes en todo Chile. La caliza sirve, quemada, para mortero (1),

(1) En términos de arquitectura *mortero* significa argamasa de cal i arena que sirve para dar trabazon a la piedra, ladrillos i demas materiales con que se edifica.

para blanquear las paredes. Las clases que admiten un buen pulimento por su solidez, i que por la accion del fuego central han sido convertidas en rocas duras, se llaman mármol i sirven para columnas, pilares, altares, mesas, etc., i las clases mui blancas i cristalinas para estátuas. El mármol estatuario mas famoso es el de Carrara en Italia, i el de la isla de Paros en Grecia. Una clase particular de piedra caliza es la piedra litográfica; la mejor se halla en Baviera, en Solnhofen. Aun la tiza no es otra cosa que una caliza; forma cerros enteros, sobre todo en el norte de Europa, en Champaña, en Inglaterra, en Dinamarca, etc. Observada con el ausilio de un poderoso microscopio, se ven en ella los restos innumerables de animales pequeñísimos.

El yeso, sulfato de cal hidratado, es a veces un depósito de aguas dulces, como v. gr., el yeso sobre el cual está edificada una gran parte de Paris. Está esparcido casi en todos los paises, aunque siempre es mucho ménos abundante que la caliza.

Las areniscas provienen casi todas de la descomposicion mecánica del granito, i se componen de granos de cuarzo mas o ménos grandes, i unidos por un mortero mas o ménos abundante, ya de sustancia cuarzosa, ya calcárea, ya arcillosa. Se comprende, pues, que sus propiedades serán mui variadas: las hai duras i sólidas que pueden servir para obras de arquitectura, miéntras otras se desagregan fácilmente, i no se diferencian mucho de la arena suelta. La piedra llamada cancagua en el sur de Chile, es una arenisca oscura mui arcillosa; en Chiloé hacen braseros, etc., de ella.

Las arcillas se pueden considerar igualmente en la mayor parte de los casos como el producto directo o indirecto de la descomposicion del feldespato, del granito i de otras rocas análogas. La mas pura es la caolina, que sirve para la fabricacion de las porcelanas. La caolina mas famosa es la de la China, pero se han hallado caolinas buenas en casi todos los paises. Una arcilla mui pura i que no se funde sino a una elevadísi-

ma temperatura, la que sirve para la fabricacion de ladrillos refractarios, empleados en la construccion de los hornos de fundicion, se halla en abundancia en Lota, Coronel, etc., acompañando al carbon fósil. La greda, que sirve para la fabricacion de los ladrillos i tejas, es una arcilla ménos pura, i el barro comun se puede considerar como una arcilla mui impura. Cuando la arcilla está mezclada con una cantidad considerable de cal, se llama marga; en muchos casos, la fertilidad de un terreno se puede aumentar poderosamente mezclando con él una porcion de marga.

La pizarra es una piedra arcillosa particular, dividida en capas i hojas, que se halla en los terrenos estratificados mas antiguos de nuestro globo. A veces puede emplearse para techar en lugar de tejas, i sirve tambien para hacer las pizarras en que se escribe.

Con el nombre de pórfido se designa una roca de estructura particular, en la cual se ven cristales diseminados en una especie de pasta comun, mas bien que una roca que tenga siempre la misma composicion química: así es que hai muchas clases de pórfidos. Es evidente las mas veces que los pórfidos salieron del interior de la Tierra en un estado de fusion ígnea por grietas de las rocas sobrepuestas, i a esta clase de pórfidos pertenece el pórfido noóle, por lo comun rojo, propio para la confeccion de estátuas i otras obras de escultura. La alta cordillera de Chile es formada en parte de pórfidos, pero éstos se muestran estratificados, i hai razones poderosas para creer que son propiamente capas de areniscas, arcillas, etc., metamorfoseadas, es decir, cambiadas posteriormente en su naturaleza por causas que es difícil concebir.

Las traquitas son unas rocas volcánicas producidas en la época terciaria, i son mui frecuentes en el Norte de Chile hasta el ecuador, etc. Forman a veces corrientes de lava, otras han producido cerros en forma de cúpulas.

Los basaltos son igualmente rocas producidas por acciones

volcánicas durante el período terciario, i abundan en los volcanes estinguidos. Son piedras negruzcas i mui notables por estar partidas muchas veces en columnas. Estas columnas forman enteramente la célebre gruta de Fingal, en la isla escocesa de Staffa. En Chile no se ha hallado todavia, segun parece, basalto verdadero, aunque sí con frecuencia rocas partidas en columnas.

Las lavas que los volcanes actuales producen, tienen mucha semejanza con los pórfidos, las traquitas i los basaltos; las cenizas que vomitan forman, consolidándose con el agua, las tobas volcánicas (en Chile se les halla en abundancia i se les conoce con el nombre de tosca); la puzzolana, así llamada de una ciudad napolitana, Puzzoles, que da mezclada con cal viva un excelente cimiento hidráulico, es una clase de éstas. Entre los productos volcánicos merece tambien mencion especial la obsidiana, piedra mui parecida a un vidrio oscuro i aun negro, que servia a los antiguos mejicanos i a otros pueblos para hacer cuchillos i otros instrumentos cortantes, i la piedra pómez, roca porosa que flota con frecuencia sobre el agua, i que sirve para pulir maderas i metales.

2.—Los metales se encuentran a veces puros, mezclados con el polvo o la arena en la superficie de la Tierra; pero jeneralmente están asociados en las rocas con otras sustancias diferentes. Se les halla con frecuencia en lechos o grandes masas; pero mas ordinariamente se presentan en vetas o filones que pasan al traves de las rocas. Estas vetas varian de ancho, desde algunos centímetros hasta un metro i mas. A veces tienen muchas millas de largo, i su ancho varia en diferentes partes.

El oro es el mas precioso de los metales. Se le halla jeneralmente en grano o en polvo, en estado puro. Casi las tres cuartas partes del oro que se esplota cada año, se obtiene lavando las arenas arrancadas de las montañas por los rios i aluviones. Aunque es mucho mas abundante en los paises vecinos al ecuador, se le encuentra tambien casi en todas partes, si bien en tan pequeñas porciones que no hace cuenta el esplotarlo.

En la antigüedad eran famosos los lavaderos del Pactolo, en el Asia menor, i de Galicia, en España, ámbos agotados al presente. Actualmente se recoje en varios rios de Europa, en las minas de Kremnitz, en Austria, en algunas que se trabaja en los montes Urales, i que constituyen una de las riquezas de la Rusia. El Africa suministra grandes cantidades de oro con los lavaderos de Nigricia i de la costa de Zanguebar. El Japon i muchas de las islas de la costa del Asia, particularmente Sumatra, Borneo i Célebes, producen oro para el comercio. Pero Méjico i la América del sur lo han producido en mucho mayor abundancia que cualquiera otro de los paises del globo. En la cordillera de los Andes se le ha hallado en vetas de rocas primarias i secundarias. El Brasil produce grandes cantidades estraidas de las arenas de los rios. Se le ha encontrado en mas o ménos abundancia en los montes Apalaches, en los Estados Unidos; i en los aluviones de California, donde han llegado a hacerse célebres los valles formados por el rio Sacramento i sus tributarios, cerca de la Sierra Nevada. El oro se ha obtenido en los últimos años en grande abundancia en la costa oriental de Australia, i en algunos puntos de Nueva Zelanda. En Chile se le halla en los antiguos depósitos de terrenos de acarreo. Por regla jeneral, puede decirse que el oro existe en casi todos los paises, pero, como hemos dicho, en tan pequeñas cantidades, que no hace cuenta el esplotarlo.

El platino es mas raro, i por algunas razones mas valioso que el oro. Se le encuentra en estado nativo en lavaderos i amenudo mezclado con el oro, i con otros metales, el rodio, el paladio i el osmio, que son sumamente raros. Se le halla en la América del sur, i en la isla de Santo Domingo. En los montes Urales es bastante abundante, a tal punto que se le emplea junto con el oro i la plata, en la fabricacion de moneda. Su alto precio no permite usarlo mas que en ciertos objetos de gran valor, en instrumentos de cirujia i en utensilios de laboratorio.

La plata se encuentra en grande abundancia en Méjico i en

la América del sur, como lo prueban las ricas minas de Guanajuato, en aquel pais, las de Pasco en el Perú, las de Potosí en Bolivia, i las de Chañarcillo, Tres Puntas i Arqueros en las provincias setentrionales de Chile. Se le encuentra jeneralmente en rocas en que se halla mezclada con otras sustancias; pero a veces aparece pura en masas mas o ménos grandes. Comparadas con las minas de América, las que se encuentran en algunos puntos de Europa i en Siberia son sumamente pobres.

El fierro es el mas útil de todos los metales. Se le encuentra en casi todos los paises; sin embargo, parece abundar mas en el hemisferio norte, donde se le esplota en grandes cantidades en Inglaterra, Alemania, Suecia, Noruega, Dinamarca, España, Francia. En Chile es tambien bastante abundante, pero no se beneficia todavia.

El cobre sigue al fierro en utilidad, i aunque ménos abundante que éste, se encuentra en muchas rejiones del globo. Se le halla en masas metálicas puras, algunas veces mui grandes. La Inglaterra i la España producen por sí solas mas que el resto de Europa; pero tambien se beneficia este metal en muchos otros puntos de aquel continente, así como en Siberia, en Groenlandia, Islanda, Tartaria, Japon, Berbería, Estados Unidos, Canadá i Australia; pero hasta ahora el pais mas rico en cobre de toda la Tierra es Chile, cuyas minas producen cada año mas de la mitad del cobre que utiliza la industria.

El zinc está tambien mui esparcido en la Tierra, pero pocas veces en la abundancia conveniente para que su esplotacion rinda verdaderos beneficios. Se trabajan minas de zinc en Béljica i en Inglaterra; pero las mas ricas son las de Prusia.

El plomo se encuentra en mas o ménos abundancia en casi todos los paises. Se dice, sin embargo, que es raro en el Perú i en los montes Urales, aunque en ámbos lugares se hallan muchos otros metales. Se le halla en mayor cantidad en España, i en seguida en Inglaterra i en Escocia, Se benefician ademas minas de plomo en Alemania, en Francia i en los Estados Unidos. La mina mas profunda del mundo, la de Kuttemberg, en

Bohemia, que tiene 1151 metros, es de plomo. En Chile es tambien mui abundante este metal, pero no se esplota.

El estaño es mucho mas raro, i solo se le encuentra en ciertos paises. La mayor parte del que usa la industria proviene de la India, de Malaca, de Sumatra i del Japon. En Cornwallis, en Inglaterra, las minas de estaño producen este metal desde el tiempo de los fenicios. Se hallan ademas en Sajonia. En América no existen mas minas de estaño que las de Bolivia; pero en los últimos años se le ha hallado tambien en California, que es un pais mui rico en metales.

El aluminio, metal mui semejante a la plata por el color, pero que pesa cuatro veces ménos, entra en la composicion de las arcillas. Se beneficia solo desde 1826, pero su estraccion es mui costosa, de tal manera que aun cuando está destinado a prestar grandes servicios por sus cualidades de ser casi inalterable como el oro i el platino, todavia no se le puede emplear en todos los usos en que podria utilizarlo la industria.

El mercurio o azogue es tambien un metal de gran valor. No solo no es abundante en la naturaleza, sino que su esplotacion produce sobre los trabajadores empleados en las minas, i en jeneral en las operaciones en que se emplea este metal, los efectos mas terribles i mas rápidos. Al cabo de poco tiempo, los trabajadores son atacados por un temblor nervioso mui molesto, una salivacion abundante, dolorosa, i que produce con frecuencia la caida de los dientes, i por fin, el sistema huesoso esperimenta un mal profundo que trae por consecuencia la muerte. En las minas de Idria cerca de Trieste, en la provincia austriaca de Carniola, no se emplean mas que los criminales que son condenados a este trabajo. Son famosas, a mas de la nombrada, las de Almaden, cerca de Córdoba, en España; las del ducado de Deux Ponts, en Baviera; las de Oviedo,en España; las de Idria, en Corintia, en Austria; i las de New Almaden, en California.

El cobalto, que se usa principalmente para dar un color azul al vidrio i a la porcelana, se obtiene en su mayor parte en

Alemania. Se le halla tambien en el norte de Chile i en Bolivia.

El níquel es un metal descubierto hace poco mas de un siglo, que en los últimos años ha sido usado en muchas industrias por su gran facilidad para alearce con otros metales, i porque por el calor de esta aleacion toma un aspecto mui semejante al de la plata. Aleado con una porcion de cobre i de zinc, se presta a la acuñacion de una moneda mas limpia i mas hermosa que la de cobre, a la que ha reemplazado. El níquel se esplota principalmente en Suecia. No estará de mas advertir que todas las piedras meteóricas contienen níquel.

El antimonio i el bismuto son metales quebradizos, pero que aleados con el plomo, forman el metal de que se hacen los tipos de imprenta. No son mui comunes; i las minas que los producen en mayor abundancia son las de Alemania.

Los otros metales son mucho ménos importantes que los que dejamos señalados. No nos ocuparemos en esplicar cómo están distribuidos en el globo.

3.—La mayor parte de las piedras llamadas preciosas se encuentran en forma de cristales diseminados e implantados en rocas primitivas; o se les halla a veces en trozos rodados en los terrenos de sedimentos. Vamos a indicar los lugares donde se encuentran las mas importantes de ellas.

El diamante, como lo demuestra la química, es el carbon en el estado de la pureza mas absoluta. Es cristalizado, vidrioso, las mas veces límpido e incoloro; otras veces verdoso, azulejo o rosado, i frecuentemente empañado por manchas amarillentas o de color de humo. En todo caso, deja pasar la luz al través de él i en cierto modo brillante.

Existen tambien diamantes negros i opacos, pero cuando están pulimentados tienen un brillo maravilloso. El diamante no tiene en su estado natural la gran belleza que se admira en él: el trabajo del hombre, el corte que se le da, le hace adquirir el alto grado de poder refrinjente i dispersivo, i la propiedad de dividir hasta lo infinito los rayos luminosos al través de

sus faces. No se encuentran los diamantes mas que en la India, el Brasil i la Siberia. Se hallan en los terrenos de aluvion que provienen de la destruccion de antiguas rocas, cuyos restos han sido trasportados por las aguas. En la India, las minas de diamantes no han sido esplotadas con regularidad sino desde hace tres siglos. Se hallan en la provincia de Dekan, en los alrededores de Golconda, en Bengala i en la isla de Borneo. Las minas del Brasil, descubiertas hace dos siglos, producen muchos diamantes, pero en jeneral de tamaño pequeño. Ultimamente se han encontrado en el Africa austral.

El mismo oríjen que el diamante tiene la plombajina o grafita, sustancia tan suave i blanda como es duro i sólido el diamante. Esta plombajina, que la industria corta en pequeñas varillas, i encierra en tubos de madera para hacer los lápices, contra lo que parece indicar su nombre, no contiene la menor partícula de plomo, i se compone de carbon tan puro como el diamante, pero que no se ha cristalizado. La grafita se encuentra en varias partes de Europa, en el sur de Francia, en Baviera i en Lombardía; pero la mas fina i la mas abundante se hallaba en Cumberland, en Inglaterra. Esta mina se ha agotado; i ahora la grafita se saca principalmente de la Siberia.

Se da el nombre de rubí a muchas piedras preciosas que no tienen de comun mas que el color. Este presenta, sin embargo, transiciones mui variadas, desde el rosado pálido hasta el rojo escarlata, con brillo vivísimo. Jeneralmente pequeños, son mas valiosos que el diamante. El corindon, una de las principales especies da rubí, se compone esencialmente de alúmina, i es el mineral mas duro despues del diamante. La variedad mas preciosa de esta piedra es el corindon hialino, que toma distintos nombres segun su color. Se halla en los terrenos antiguos, en las rocas feldespáticas, en China, en el Tibet, en Suecia i en los montes Urales; se han descubierto tambien en Francia. El corindon hialino no se encuentra mas que en los aluviones que provienen de la destruccion de ciertas rocas. Otra especie de rubí, aunque ménos duro que el corindon, ocupa uno de los

primeros rangos entre las piedras preciosas: es un aluminato anhidro con base de magnesia, de zinc i de fierro. Se halla diseminado en las arenas bajo la forma de cristales trasparentes, con mucho brillo i diversamente coloreados. Se le encuentra sobre todo en Ceilan, en el Indostan, etc.; pero los mas hermosos, lo que tienen un color rojo mas vivo, provienen de la India.

El zafiro solo es una variedad de corindon. Presenta tintes mui diversos, azul claro, azul índigo, etc.; pero el mas estimado en el comercio es el zafiro blanco. Se le encuentra en las arenas de ciertos rios, en la India i principalmente en Ceilan.

La esmeralda comprende muchas variedades interesantes que, como caractéres jenéricos, tienen la misma forma cristalina i una composicion química idéntica. Todas son constituidas por sílice combinada con la alúmina i la glucina. Las esmeraldas mas valiosas son las que presentan el color verde: provienen de la provincia de Minas-Geraes, en el Brasil. Las que se encuentran en Colombia, cerca de Bogotá, se hallan envueltas en una calcárea luminosa, cuya blancura hace resaltar el tinte verde magnífico de la piedra preciosa. En un tiempo bastante remoto se han estraido esmeraldas de las montañas que separan la Etiopia del Ejipto, i últimamente se ha descubierto un depósito en la provincia de Arjel, pero son mui pequeñas para utilizarlas en la industria.

El topacio es un fluosilicato de alúmina que se presenta siempre cristalizado. Es una piedra mui dura, ordinariamente amarilla; con frecuencia, sin embargo, es de un color azul celeste, a veces tambien incolora. El Brasil, la Sajonia i la Siberia son los principales centros de donde se estrae el topacio. Entre los antiguos se creia que esta piedra podia curar la epilepsia.

El cuarzo, sílice o ácido silícico, es un cuerpo que se halla esparcido con tanta profusion en la naturaleza, que constituye una de las sustancias mas importantes del reino mineral. Se calcula que esta materia forma por sí sola casi la tercera parte

de la masa total de la corteza sólida del globo. Las variedades que comprende este mineral son mui numerosas; pero todas ellas son mui infusibles al soplete, insoluble en los ácidos i tienen ademas la misma composicion química. La sílice cristalizada lleva el nombre de cristal de roca, i ofrece la misma limpidez i trasparencia del agua pura. Estos cristales tienen la particularidad de alcanzar dimensiones mui considerables: los de un decímetro de lonjitud son frecuentes; pero en Madagascar se hallan los cristales mas voluminosos, que tienen tres i hasta cuatro decímetros. Ha servido durante largo tiempo para fabricar objetos de adorno, vasos i alhajas de gran precio; pero la perfeccion a que ha llegado la cristalería ha hecho abandonar esa industria. Se puede decir que la sílice cristalizada no se emplea hoi mas que en los esperimentos de óptica i en la fabricacion de cristales valiosos. Se halla en casi todos los terrenos, especialmente en los filones de formaciones antiguas. Las montañas de la isla de Madagascar contienen los mas ricos depósitos de cuarzo:

El cristal de roca tiene a veces un color violeta debido al óxido de manganeso: se le llama entónces amatista. En este estado es susceptible de tomar un hermoso pulimento, lo que le da una grande importancia en la joyería. Los antiguos atribuian a la amatista la propiedad de preservar de la embriaguez, por eso la llevaban en sus dedos o la suspendian al cuello cuando hacian abundantes libaciones. Las amatistas mas estimadas vienen del Brasil i de la Siberia.

La sílice amorfa, esto es, no cristalizada, presenta tambien un gran número de variedades, algunas de las cuales mencionaremos brevemente. El nombre de ágata se aplica a una especie de cuarzo que se halla en ciertas rocas bajo la forma de almendra. Se distinguen las ágatas finas de las toscas. Las primeras tienen colores vivos i diversos: comprenden la calcedonia, cuyo tinte varía desde el blanco lechoso hasta el blanco rosado o azulejo; i la cornalina, de hermoso color rojo de sangre, mucho mas apreciada que la calcedonia. Las cornalinas provienen

jeneralmente del Asia, i se emplean en los grabados i en la escultura; los griegos i los romanos se han servido mucho de esta piedra. Hai todavía, entre otras ágatas finas, algunas que muestran en su interior dibujos negros o rojos que representan pequeños árboles, musgos i otras plantas: se les llama entónces arborizadas o herborizadas. Las ágatas toscas comprenden principalmente la piedra a que se da el nombre de pedernal.

La principal, o por así decirlo, la sola esplotacion de ágata es la de Oberstein, en la Prusia rhiniana. De ese lugar se estrae toda el ágata empleada en Europa como piedra de adorno i en la fabricacion de los morteros de ágata que se usan en los laboratorios.

El cuarzo se presenta aun bajo otras dos formas que no pasaremos en silencio: son el jaspe i el ópalo. La primera variedad es enteramente opaca, pero de colores vivos mui diversos i es susceptible de ser pulimentada. El ópalo es formado de sílice i agua. Se encuentra bajo la forma de masas mamelonadas o en el estado de incrustaciones de materias vejetales cuya estructura conserva. Cuando es puro, el ópalo posée cierta trasparencia, pero de ordinario es coloreado fuertemente por materias estrañas. Tiene un brillo resinoso particular que no es debido a una cristalizacion, pues el ópalo no ofrece indicios de este estado molecular, sino probablemente al agua que existe siempre en cantidad variable en esta sustancia. De Hungría salen los mas hermosos ópalos, pero tambien se les encuentra en Méjico.

El ámbar no es una piedra sino una resina fósil que se reblandece al fuego, se inflama i tiene todas las propiedades de las resinas ordinarias, pero que posée un olor mui agradable, mayor solidez i mayor trasparencia. Este producto de los árboles resinosos de otras épocas jeolójicas, se encuentra en pequeños fragmentos mezclados en los depósitos en que hai restos de estos mismos árboles. No sabríamos nada de los insectos que vivian en esas épocas remotas, si no se encontrasen algunos que despues de haber sido envueltos por algunas gotas de

ámbar, cuando esta sustancia se hallaba todavía en estado líquido, han sido embalsamados allí, i se presentan ahora en un estado de perfecta conservacion. El ámbar se encuentra principalmente en las costas del mar Báltico, donde parece haber sido arrastrado por los rios que se arrojan a este mar despues de haber atravesado los numerosos depósitos de carbon fósil de la Prusia oriental. Las alhajas de ámbar, mui estimadas todavía en el oriente, han pasado de moda en los pueblos de oríjen europeo. Ahora casi no se emplea esta sustancia mas que para adornar las estremidades de los tubos de las pipas de fumar.

4.—Entre las producciones minerales de la Tierra debemos enumerar las sales. La mas importante de ellas es la sal comun o cloruro de sodio. En muchos paises se encuentra en depósitos o capas mui estensas i gruesas, i a veces completamente pura i cristalina, i se la conoce entónces con el nombre de sal de roca o sal jema. En algunas partes sale a la superficie de la tierra formando peñascos o prominencias, como en Cardona, en Cataluña, en España. En Moldavia i en el Indostan hai tambien montañas de sal ménos importantes. Pero la mina mas célebre que existe en el mundo es la de Wieliczka, cerca de Cracovia, que ocupa una estension verdaderamente inmensa a una profundidad de trescientos o cuatrocientos metros del suelo. «Esa mina de sal, dice el profesor Girardin, es una sucesion de vastos subterráneos, una ciudad estensa con sus calles, sus plazas públicas, sus cabañas para los mineros i sus familias, algunos centenares de los cuales han nacido ahí i ahí acabarán sus dias. Hai capillas para el servicio de culto, i muchas de las galerías son mas elevadas i mas anchas que las Iglesias. Un gran número de luces alumbra constantemente la mina, i sus llamas reflejadas por todas partes de las paredes de sal, las hacen aparecer a veces claras i respladecientes como el cristal, a veces brillantes con los mas hermosos colores.» Producen 120,000 quintales de sal cada año. Se sacan igualmente cantidades inmensas de sal de algunas lagunas situadas a inmediaciones del mar, donde las

aguas se evaporan espontáneamente por influencia del calor solar, como sucede en la costa del Perú, o por medio de aparatos industriales como se ejecuta en muchos paises de Europa, particularmente en Francia. En el desierto de Atacama, así como en Bolivia i en el norte de la República Arjentina, hai muchos lagos de sal casi secos, que no se pueden esplotar solo por las dificultades del trasporte.

El salitre, que la industria emplea para fabricar la pólvora i el ácido nítrico, se encuentran en la superficie de la Tierra en muchos campos arenosos. El que se conoce en el comercio con el nombre de salitre de Chile, es solo nitrato de sosa; i se halla en el desierto de Atacama i en las pampas o desiertos de Tarapacá. El salitre verdadero, o sea nitrato de potasa natural, es mucho ménos abundante, i se halla en ciertas rejiones de la India, de la Persia i de la Arabia.

En la naturaleza se encuentran tambien dos clases de carbonato de sosa: el natron, que se halla en la orilla de los lagos, en Méjico, en Hungría i en Ejipto, donde se empleaba para embalsamar los muertos; i el urao, en Trípoli i en Mérida, cerca de la república de Colombia. El atincar o borato hidratado de sosa, se halla en algunas partes del Tibet i aun en la Persia. Se encuentra tambien un borato hidratado de cal en Atacama i en Tarapacá.

5.—Entre los minerales combustibles que produce la Tierra, hai algunos que prestan un gran servicio a la industria. El azufre es uno de los productos mas comunes de los volcanes i solfataras, de donde se estrae a menudo, como sucede en la isla de Vulcano, una de las Lipari, i en la solfatara de Puzzoles, cerca de Nápoles; pero la mayor parte del azufre se halla en capas, casi siempre mezclado con sal jema i con yeso, como se ve en Sicilia i en la Galicia polaca. El azufre que se halla en varios cerros de Chile es de oríjen volcánico.

El carbon fósil es un mineral de la mayor importancia. La industria moderna, las máquinas de vapor que dan movimiento a las fábricas, a los trenes de los ferrocarriles i a las naves, se

mueven mediante este combustible. Se halla siempre en capas estratificadas, i es sin duda el producto de la antigua vejetacion de nuestro globo. Se distinguen diferentes especies que importa conocer.

La antracita es una sustancia negra, opaca, de un brillo semimetálico, seca al tacto, que arde con dificultad, i que no da durante su combustion ni llama, ni humo, ni olor bituminoso. Se encuentra la antracita en masas compactas pero irregulares, en los terrenos de antigua formacion, i debe su oríjen a la trasformacion de masas vejetales contemporáneas de las primeras edades del mundo. Se le encuentra en Francia, en Saboya, en Sajonia, en Bohemia, en Inglaterra i sobre todo en los Estados Unidos, donde se halla con mayor profusion. Es un combustible exelente cuando se le quema en hornos bien preparados, i se le mezcla con leña u otras clases de carbon fósil.

La hulla, mas conocida con el nombre jenérico de carbon de piedra, forma depósitos mui considerables en los terrenos de transicion, i es mucho ménos antigua que la antracita. Es una sustancia opaca, negra, luciente: se inflama con facilidad i arde con llama, espareciendo un humo negro i un olor bituminoso. Cuando la llama ha desaparecido, es decir, cuando se ha desprendido la mayor parte de los gases de la hulla, queda un carbon duro, liviano, poroso i brillante que se llama coke. Ningun país del mundo la tiene en tanta abundancia ni de tan buena calidad como la Inglaterra; pero existe tambien en Alemania, Béljica, Francia i Estados Unidos.

La lignita es un carbon mineral que difiere de la hulla bajo muchos aspectos, pero principalmente en que es mas moderna, i en que las huellas de su organizacion vejetal son mas evidentes. Esta diferencia de edad está comprobada ademas porque los terrenos en que se encuentra la lignita están siempre colocados encima de los que contienen la hulla. Las capas de lignita no tienen nunca el espesor de las capas de hulla, i ademas no son tan abundantes como aquéllas. Los vejetales de que se componen estos depósitos, i que han dejado impresas

sus hojas i sus ramas en los trozos de carbon, se alejan mas i mas de los vejetales que han formado la hulla, i por el contrario, se acercan mucho a los que existen ahora en la superficie de la Tierra. El color de la lignita varía desde el negro mas intenso hasta un oscuro rojizo. A veces es compacta i frájil; a veces, por el contrario, fibrosa, resistente, i se puede cortar con la sierra o con el hacha como si fuese madera; arde de ordinario con una llama clara, i esparciendo un olor particular, distinto del de la hulla. El calor que produce es mucho ménos grande que el que se obtendria de una cantidad igual de hulla. Sin embargo, el carbon fósil de Lota i Coronel, en Chile, que es ciertamente una lignita, no es inferior a algunas clases de hullas. La lignita se encuentra en muchas partes del mundo, en el sur de Francia i en el norte de España principalmente. El azabache de que hasta hace poco se trabajaban alhajas de luto dando ocupacion a millares de industriales, no es mas que una lignita compacta que se encuentra en los depósitos de carbon mineral. En los grandes depósitos de lignita que existen en la Prusia oriental, se halla el ámbar o resina fósil, de que hemos hablado mas atras. En Chile, la lignita constituye una de las riquezas de las provincias del sur.

Se da el nombre de turba a una especie de lignita formada no por la madera sino por plantas herbáceas, i particularmente por plantas pantanosas. A veces, el tejido vejetal no puede distinguirse; otras, por el contrario, es perfectamente visible, i se pueden distinguir netamente todas las especies de plantas de que está compuesta la turba. En jeneral, ésta es un carbon lijero, esponjoso, de un color oscuro o negruzco. La cantidad de materias volátiles contenidas en ella, i por consiguiente la cantidad de llama que produce, es mui variable. Segun su mayor o su menor antigüedad, la turba presenta caractéres diferentes. La mas comun, denominada turba de pantanos, se encuentra algunas veces en el fondo de los valles que en otro tiempo han sido pantanos i que ahora son praderas. En otras ocasiones, por el contrario, se halla en el lugar de su oríjen, es

decir, en los mismos pantanos, formada por los filamentos de la vejetacion acuática. La turba abunda, sobre todo en Holanda, donde es el combustible por excelencia. Existe ademas en muchos otros paises, i particularmente en los que poséen terrenos bajos i pantanosos. Se halla la turba en varias partes, pero hasta ahora ha sido poco esplotada. Se ha encontrado últimamente en gran cantidad en Aconcagua i otros puntos de Chile.

El betun es un combustible mineral que tambien parece tener un oríjen vejetal. Se le puede sacar de la hulla por medio de destilacion; pero se le encuentra ademas en el interior de la tierra, aisladamente i en terrenos que no son carboníferos. Se cree, sin embargo, que ha sido producido por la descomposicion de ciertos vejetales. Se distinguen las principales variedades por nombres particulares. El betun asfalto es negro, duro, i se quiebra cuando está frio. Se liquida con el calor i arde cuando se le calienta, dando llama i un humo espeso, i dejando un resíduo despues de su combustion. Es mui abundante en el mar Muerto o lago Asfáltico, en cuya superficie flota a causa de la densidad de las aguas. Se halla igualmente en Utah i en otro lago que hai en la isla de la Trinidad; pero la mayor parte del asfalto se obtiene esponiendo al calor piedras areniscas i calizas penetradas de esta sustancia: sirve para barnices, lacre negro, para hacer pisos, etc. En la antigua Babilonia los ladrillos i adobes eran unidos por asfalto, en lugar de mortero.

El betun petróleo (aceite de piedra), es el mas comun de todos. Tiene un color oscuro, una consistencia viscosa mas o ménos espesa i una fluidez que aumenta con el calor. Arde con mucha llama, de donde resulta que en muchos pueblos se le haya empleado como combustible i como material de alumbrado. Se le emplea ademas para la conservacion de las maderas, de los tejidos i de las cuerdas: en las construcciones, unido a la arena, forma una masa casi tan sólida como la piedra. Se le encuentra en ciertas capas de arena, de arcilla o de calcárea; i desde que se abre en ellas una cavidad, el betun petróleo, en

razon de su estado semilíquido, pasa de todas partes a reunirse como en un depósito. Se usa desde tiempo inmemorial en Birma, en Bacú, en China, como material de alumbrado. En los últimos años se han descubierto cantidades inmensas de este líquido en los Estados Unidos, i el empleo del petróleo refinado se ha hecho mui jeneral. En oriente se le usa ademas como remedio infalible contra los dolores reumáticos, para la curacion de algunas heridas, i aun se le toma como específico para matar los gusanos intestinales. El nafta, o aceite de nafta, no es mas que el petróleo desembarazado de las materias estrañas que lo enturbian i le dan color. Ordinariamente se le llama parafina, pero conviene advertir que este nombre corresponde mas propiamente a un líquido combustible, estraido del alquitran que se obtiene por la destilacion de las maderas leñosas, i que presenta mucha analojía con el aceite de nafta.

Aunque en la naturaleza se encuentran muchas otras sustancias minerales que el hombre emplea con ventaja, las que hemos indicado en el curso de este capítulo son sin duda alguna las mas importantes.

CAPITULO XV

Principales rasgos de la jeografía física de Chile

1. Idea jeneral de la configuracion del territorio chileno; orografía.—2. Principales alturas de las diversas cadenas de montañas.—3. Volcanes.—4. Hidrografía marítima; islas.—5. Rios.—6. Lagos.—7. Aguas termales.—8. Terremotos.—9. Idea jeneral de la jeolojía de Chile.—10. Clima.—11. Meteorolojía; lluvias, nevadas, etc.—12. Vejetacion.—13. Animales.—14. Poblacion.—15. Notas para la historia de la jeografía de Chile.

1.—Chile es formado por una angosta faja de territorio accidentado i montañoso que se estiende de norte a sur, al occidente de la gran cordillera de los Andes, hasta el cabo de Hornos, en la latitud sur de 17°20' i 55°48'. El ancho de esta faja de territorio varía entre 150 kilómetros, que tiene a los 33°, i 180 kilómetros, que tiene a los 38°. Mas al sur todavía, el territorio se angosta mucho: el océano se introduce en las tierras formando numerosas islas, i va a bañar los piés de la gran cordillera.

Esta angosta faja de terreno debe la fisonomía especial de su superficie a dos cadenas de montañas que corren paralelamente de norte a sur encerrando un largo valle. Desde la estremidad norte hasta la latitud 33°4' este valle está frecuentemente interrumpido por cadenas trasversales que dejan entre sí algunos valles mas o ménos estrechos por donde corren los rios que

se desprenden de la cordilleras. En la latitud referida de 33°4' la cadena traversal de Chacabuco separa la rejion del norte de la del sur, i desde allí el valle lonjitudinal aparece descubierto. Al oriente se levanta la gran cadena de los Andes, de montañas ásperas, desfiladeros rápidos, faldas rayadas con estraficacaciones de diversos colores, de numerosos conos volcánicos, de perfiles angulados i de cimas inaccesibles que se pierden en la rejion de las nieves eternas. Al occidente corre la cadena de montañas llamada cordillera de la costa, formada por cerros bajos, redondos, achatados, graníticos, i cuyas formas indeterninadas se asemejan a las olas de un mar que se aquieta despues de una tempestad borrascosa. Estas dos cadenas se acercan o se alejan, ensanchando o estrechando alternativamente el valle central pero en jeneral, puede decirse que este valle es mas abierto i espacioso en su prolongacion hácia el sur. A la altura de 41°30' de latitud sur, el valle desaparece: el mar ocupa su lugar, i la cadena de la costa se deja ver formando islas mas o ménos estensas hasta la latitud del cabo de Hornos.

En todo el globo no hai un pais de constitucion física mas marcada i orijinal que la de Chile. Una larga faja de territorio que mide solo dos i medio grados de lonjitud en su mayor anchura, que se estiende de norte a sur en una direccion casi paralela al meridiano, i que participa por esta misma circunstancia de una gran diversidad de climas: tales son sus caractéres mas esenciales i distintivos.

Esta larga faja se divide naturalmente en cuatro rejiones diferentes: 1.ª Rejion del norte o de los desiertos; 2.ª Rejion minera; 3.ª Rejion del centro agrícola; i 4.ª Rejion austral o insular.

La primera es formada por los desiertos de Tarapacá i Atacama, i termina por el sur en el paralelo 24, i aun podria decirse que algo mas al sur. La cordillera de los Andes tiene allí un grande espesor, porque a su espalda se forma en esas latitudes la meseta o altiplanicie boliviana. La cordillera de la cos-

ta es mucho ménos regular que la parte central de Chile; pero entre ámbas cordilleras hai varias cadenas trasversales que se desprenden de los Andes, i que pocas veces llegan hasta las partes mas bajas del valle. Es una rejion árida i triste. La vejetacion no existe sino en los estrechísimos valles formados por los pequeños rios, de los cuales mui pocos alcanzan a llevar sus aguas al mar. La sequedad del suelo allí donde las lluvias son casi desconocidas, desarrolla un calor abrasador durante el dia; i en la noche se hace sentir el frio de los desiertos, acompañado ordinariamente de una neblina húmeda i penetrante. En esos desiertos, sin embargo, se hayan minas de plata i de cobre, i vastos depósitos de nitrato de sosa, llamado impropiamente salitre, cuya elaboracion ocupa millares de brazos i ha dado vida a esa rejion que parecia casi inhabitable.

La segunda comprende desde el grado 24 hasta el 33. En ella la constitucion jeneral del pais es mas indeterminada. La gran cordillera de los Andes está perfectamente demarcada; pero la cordillera de la costa se confunde con los numerosos cordones trasversales, que atraviesan todo el territorio de este a oeste, dejando ver el valle central solo por intervalos. En esta rejion abundan los depósitos minerales; el clima es ardiente; las lluvias son escasas i casi faltan en su parte setentrional; las nevadas son desconocidas en las tierras bajas; los rios arrastran poca agua; el suelo es productivo donde es posible el riego.

La tercera, comprende desde el grado 33 hasta la latitud de 41°30'. La cadena trasversal de Chacabuco le sirve de límite por el norte. En esta rejion, la constitucion jeneral del pais es mas demarcada: las dos cadenas de montañas se estienden casi paralelamente, dejando en el centro el valle en que se ostenta toda la riqueza agrícola del pais: los rios son mas caudalosos; las lluvias son mas frecuentes, sobre todo en la parte mas meribional; el terreno en jeneral posée una rara feracidad; la vejetacion espontánea es abundante.

La rejion austral se estiende desde los 41°30' hasta el cabo de hornos, en la estremidad meridional del continente. En lu-

gar del valle, el mar separa las cadenas de montañas paralelas. La cordillera de los Andes mucho mas baja en esta rejion, presenta solo laderas cubiertas de una vejetacion arborescente, que son bañadas por el océano. La cordillera de la costa se interrumpe en muchos puntos, i forma cadenas de islas mas o ménos grandes, pobladas de espesísimos bosques. Las lluvias son constantes en esta rejion; la temperatura es siempre fresca; la agricultura no puede prosperar; i la pesca, que ofrece un campo abundante, no ha sido planteada aun en grande escala.

Apesar de las irregularidades que ofrecen estas cadenas, i de los diversos accidentes del terreno, todo el territorio de Chile presenta de oriente a occidente un rápido descenso. Se diria que todo él es formado por un plano inclinado que se desprende de las faldas de los Andes para ir a sepultarse al océano Pacífico, i que interrumpen las serranías de la costa. Lo dividen cinco fajas o zonas lonjitudinales que es fácil distinguir, i que modifican considerablemente su naturaleza.

La primera, esto es, la mas oriental, es formada por la línea culminante de los Andes, en donde desaparecen los árboles i los arbustos, i en cuyas cumbres mas altas nunca se derriten las nieves. Ese cordon mucho mas bajo en su estremidad sur, va elevándose gradualmente en su prolongacion hácia el norte, alcanza a su mayor altura entre los grados 34 i 32, i baja un poco mas al norte, constituyendo siempre una barrera que solo se interumpe por estrechos i majestuosos desfiladeros. Imponentes picos volcánicos levantan su cabeza en medio de aquellas prodijiosas alturas. De esas cimas nacen numerosos torrentes formados por el derretimiento de las nieves inferiores, que son oríjen de los rios que riegan todo el territorio.

La segunda zona es constituida por las accidentadas serranías que forman los costados de la gran cordillera. En las rejiones del norte, esta zona está desprovista de árboles, pero ostenta una lujosa vejetacion arborescente, destruida en gran parte por el hombre en la rejion del centro, vigorosa i lozana en la rejion del sur. Las serranías se estienden irregularmente hácia el oes

te, ocupando a veces una vasta estension del territorio. Numerosos valles por donde corren los rios que se desprenden de la alta cordillera, interrumpen la monotonia jeneral de esta zona. En ellos encuentran los ganados un pasto abundante, i la vista cuadros de sorprendente belleza. Desde la latitud de 41°30' hasta la estremidad sur el mar baña los pies de estas serranías.

La tercera zona es formada por el valle lonjitudinal. En las rejiones del norte, este valle es apénas perceptible, o mas bien dicho desaparece casi completamente. Cadenas trasversales, compuestas de cerros diferentes por su forma, por su color i por su aspecto, de los que contituyen el cordon de la costa, atraviesan en varios puntos el territorio con direccion de este a oeste, i sirven de lazo de union de las dos grandes cadenas. En vez de las masas redondeadas i de contornos suaves, lijeramente onduladas que caracterizan las cordilleras de la costa, aparecen corridas de cerros mas escarpados, en cuyas cortaduras mas pendientes i desnudas se ven las estratificaciones como cintas de diversos colores separadas por líneas mas o ménos visibles, mas o ménos paralelas unas a otras, rectas o contorneadas, en que el ojo esperimentado del minero descubre los panizos minerales. Entre estas cadenas trasversales, cuyo espesor es en algunas mui considerable, se puede reconocer el valle, triste, árido, desprovisto de vejetacion, donde es escasa el agua de las lluvias i donde los rios no bastan para el riego de los campos; pero ameno i productor en los estrechos valles formados por los riachuelos que bajan de las montañas. El cordon superior de estas cadenas es desigualmente ondulado, ofreciendo alturas relativamente considerables i puntos mas bajos. En jeneal, la línea que sirve de eje al valle central se percibe en estas serranías por una depresion de los puntos por donde pasaría el valle si no estuviese interrumpido por esas cadenas trasversales.

La última cadena que interrumpe el valle central es la de Chacabuco que, desprendiéndose de la gran cordillera desde las alturas del Juncal, i por los 33°10' de latitud, se eleva mas ade-

lante un poco al norte, i en seguida se dirije al oeste hasta unirse con la cordillera de la costa. Esta cadena, que posée alturas casi comparables a las de los Andes, i que por su espesor ocupa un gran espacio, pone término a ese sistema de valles interrumpidos. Despues de ella, es decir, a la latitud de 33°4' aparece el gran valle lonjitudinal que se prolonga sin interrupcion verdadera por toda la rejion central de Chile.

Este valle forma la rejion mas rica i feraz del territorio, i aun podria decirse que es uno de los mas ricos i productivos del mundo entero. Lo bañan los numerosos rios que descienden de los Andes, i que corriendo de oriente a occidente, van a desaguar al Pacífico. En algunas partes, sobre todo en su seccion del norte, se alzan algunos cerros mas o ménos considerables, pero desligados de las dos cadenas lonjitudinales que encierran el valle. Los bosques, mucho mas numerosos en otras épocas, han sido imprudentemente arrasados en la mayor parte de él, de manera que la vejetacion arborescente es en jeneral escasa, sobre todo en la rejion central, i las plantaciones de árboles exóticos no compensan aun la falta de los antiguos bosques indíjenas, que todavia se mantienen en la seccion del sur. En esta zona se levantan ciudades populosas, i la agricultura ha alcanzado un alto grado de desarrollo.

Esta parte del valle lonjitudinal tiene una elevacion considerable sobre el nivel del mar en la seccion del norte; pero gradualmente va descendiendo en su prolongacion hácia el sur. A los 38 grados de latitud, esta depresion da lugar a la rejion de los grandes lagos que forman los torrentes que bajan de la cordillera, i por fin, a los 41°30' se sume mas todavia i da lugar a que el océano venga a cubrirlo formando un golfo, que en realidad no es mas que la prolongacion del valle. En todo su largo mide 930 kilómetros: pero su anchura es mui variable. En su oríjen tiene 25 kilómetros; mas adelante, en la Angostura de Paine (a los 34°) tiene apénas unos pocos metros; pero luego se ensancha, i sigue dilatándose en su prolongacion hácia el sur. Como se le puede asignar una anchura media de 50 kiló-

metros, se puede decir que su superficie mide 46,500 kilómetros cuadrados.

Para que se comprenda mejor la forma en que se hace esta depresion gradual del valle lonjitudinal, agrupamos en seguida algunas cifras.

Latitud sur		Metros sobre el nivel del mar
33° 4'	....	709
33°25'	(situacion de Santiago)..........	569
34°10'	(Rancagua)........................	519
34°35'	(San Fernando)	336
35°	(Curicó)........................	228
38° 8'	(Parral) (1)........................	166
36°40'	(Chillan)........................	160
37°46'	(Angol)........................	102
41°40'	(Melipulli o puerto Montt)......	0

La cuarta zona es formada por la montaña de la costa, de contornos sinuosos como la orilla del océano. Comprende los declives occidentales del primer órden de cerros, las mesetas que se estienden sobre muchas de sus alturas, i por último, los declives orientales, que se dilatan a veces a la distancia, formando serranías ménos elevadas. La parte central de esta cadena, cubierta de bosques en otras épocas, conserva ahora mui

(1) Talca i Linares estan situados en lugares mas bajos todavia que el nivel jeneral del valle. Así, la altura de Talca sobre el nivel del mar es de 85 metros, i la de Linares de 149. Debemos advertir aquí que, teniendo tambien el valle lonjitudinal de Chile un rápido declive de la cordillera hácia la costa, hemos tomado los puntos aproximativamente centrales para indicar su depresion jeneral en su prolongacion hácia el sur. Puede considerarse que estos hechos no establecen una lei rigorosa en todos sus detalles; pero de todos modos, ellos comprueban el hecho jeneral. Este doble declive del gran valle lonjitudinal ofrece notables ventajas para la construccion de canales de regadío, i por tanto para la agricultura del pais.

pocos en la mayor parte de su estension; pero en la rejion del sur se ostentan todavia hermosísimas selvas. Esta cadena está cortada frecuentemente por los rios que se abren paso por entre los macizos en su marcha hácia el mar. No posee elevaciones tan considerables como la cordillera de los Andes; i lo que es mui singular, sus mayores alturas se encuentran enfrente, i aun casi podria decirse en la misma latitud de los picos mas elevados de los Andes. A la latitud sur de 41°44', la cadena de la costa, que ha ido bajándose gradualmente, desaparece debajo del mar, para mostrar de nuevo en su prolongacion hácia el sur sus cimas mas altas en forma de islas mas o ménos grandes, que constituyen los numerosos archipiélagos que se estienden en frente de la costa, en toda la rejion austral del continente.

La quinta zona lonjitudinal es formada por los terrenos bajos de la costa, esto es, por las tierras que se estienden entre las playas del océano i las serranias inmediatas. Estensos prados en la desembocadura de los rios; masas de arenas en largas i monótonas playas, que baña un mar frecuentemente ajitado; de trecho en trecho, sobre todo en la parte mas meridional de la rejion del centro, prominencias cubiertas de árboles, o bien vistosas lomas i serrillos que se elevan en forma de anfiteatro al rededor de pequeños golfos i ensenadas: tal es el aspecto de esta faja, la mas estrecha de las cinco que dividen el territorio chileno. En la rejion del norte i en una parte de la del centro, domina la forma de mesetas que, desprendiéndose de la cordillera de la costa, llegan hasta la misma orilla del mar, donde se les ve cortadas casi a escarpe i con una altura variable de 20, 40 o mas metros.

2.—Como ha podido comprenderse por los rasgos que preceden, todo el territorio chileno, montañas i valles, se elevan gradualmente desde la rejion mas meridional, alcanzan su mayor altura entre los grados 34 i 32 de latitud sur, i en seguida se deprimen lijeramente en su prolongacion hácia el norte. Se comprenderá mejor este relieve por los datos siguientes:

PRINCIPALES ALTURAS DE LA CADENA DE LOS ANDES

	Lutitud sur	Metros de altura
Monte Sarmiento (Tierra del Fuego)	54°10'	2100
Yanteles	43°30'	2020
Corcovado	43°'10'	2250
Volcan de Villarica	39°'12'	3600
Volcan de Antuco	37° 2'	2735
Nevado de Chillan (volcan)	36°47'	2879
Nevado de Longaví	36°12'	3207
Volcan de las Yeguas	36° 0'	3457
Cerro del Campanario	35°57,	3756
Descabezado del Maule	35°36'	3888
Cerro Colorado	35°18'	3956
Volcan de Peteroa	35°13'	3635
Volcan de Tinguiririca	34°50'	4478
Volcan de Maipo	33°59'	5384
Volcan de San José	33°41'	6096
Tupungato	33°25,	6710
Juncal	33°10'	5943
Cerro del Plomo	33°14'	5105
Aconcagua	32°41'	6834
Cerro del Mercenario	33°59'	6798
Azufre	31°16'	3645
Viento	30°45'	4282
Doña Ana	29°37'	4669
El Cobre	28°28'	5584
Peña Negra	28°11'	5580
Altura sin nombre	27°50'	5216
Llullaillaco	24°15'	5200

PRINCIPALES ALTURAS DE LA CADENA DE LA COSTA

	Latitud sur.	Metros de altura.
Nahuelbuta	37°45'	1428
Cayumanqui	36°39'	730
Cuiquen	36°18'	916
Gupo	35°47'	856
Quirinco	34°47'	839
La Campana de Quillota	33° 8'	1908
Curichilongo	32°33'	2212
Tamaya	30°31'	1278
Cerro Blanco	30° 8'	1302
Cerro del Toro	30°14'	1597
Pajonal	29°13'	2048

Esta cifras de las alturas que se encuentran en las cadenas de los Andes i de la costa, revelan que los picos mas elevados de ámbas estan situados entre los grados 32 i 34 de latitud sur. Por lo que toca a las cerranias que existen entre esas dos cadenas, ya sea en los cordones trasversales de la rejion del norte, ya en las serranias aisladas que se hallan en medio del valle central se verifica esto mismo, si bien es de advertirse que en la rejion del norte, en las inmediaciones de Copiapó, se encuentran alturas mui considerables en las cadenas intermedias. Vamos a señalar las principales de todas ellas.

PRINCIPALES ALTURAS DE LAS CADENAS TRASVERSALES E INTERMEDIAS

	Latitud sur.	Lonj. del meridiano de Santiago	Metros de altura
Cerro del Tambo	34°33'	22' (O.)	1180
Alhué	33°57'	19' (O.)	2238
La Petaca	33°26'	19' (O.)	1854

Colliguai	33°18'	21' (O.)	2230
La Viscacha.........	33° 7'	22' (O.)	2030
La Dormida.........	33° 5'	21' (O.)	1314
Roble................	33°	20' (O.)	2210
Chacabuco...........	33°	5' (O.)	1286
Altos del Putaendo.	32°38'	10' (O.)	2315
Orolonco	32°38'	3' (E.)	2118
Cuesta de los Anjeles	32°34'	9' (O.)	1381
Lajarilla...	32°28'	0'	2418
Chincolco............	32°18'	7' (O.)	3111
Petorca	32° 7'	0'	3456
Pama	31°19'	31' (O.)	1844
Guatulame...........	30°31'	28' (O.)	2331
Cerro de Arqueros.	29°49'	17' (O.)	1350
Paipaz	29°47'	17' (O.)	1702
Agua-Amarga	28°50'	4' (E.)	2112
Chehueque	28°29'	3' (E.)	1970
Bandurrias	27°52'	14' (E.)	1216
Sacramento.	27°51'	23' (E.)	1528
Chañarcillo	27°51'	14' (E.)	1153
Morro	27°46'	18' (E.)	1956
Jesus María..........	27°26'	13' (E.)	1396 (1)

Estas séries de montañas que se estienden en el territorio chileno, ofrecen pasos mas o ménos difíciles por donde es po-

---

(1) Casi todas estas cifras están tomadas de la excelente carta topográfica i jeolójica del territorio chileno levantada durante veinte i dos años de trabajo por el señor Pissis. De ella hemos tomado las alturas principales del territorio, que revelan la indicacion jeneral del relieve de todo el suelo, esto es, que lás mayores alturas en el valle i en las montañas se encuentran entre los grados 32 i 34 latitud sur. Hemos omitido el mencionar algunos picos elevados, pero que por ser inferiores a otros vecinos que dejamos apuntados, no tienen importancia verdadera para la demostracion que nos proponíamos hacer.

sible trasmontarlas. A veces se hallan desfiladeros ásperos, cortados casi perpendicularmente, sinuosos, trazados por un antiguo torrente o por una abertura que han hecho los volcanes o los terremotos; a veces el hombre está obligado a subir a grandes alturas, inaccesibles al parecer. La cadena de los Andes, mucho mas elevada que todas las otras, ofrece los pasos mas notables. El mas bajo de todos, el de Nahuelhuapi, a los 41°30', tiene una elevacion de 1,500 metros sobre el nivel del mar; pero hai otros que alcanzan a alturas enormes, como va a verse por las cifras siguientes:

El Planchon, por la falda del volcan de Peteroa i siguiendo las orillas del rio Claro, en la provincia de Curicó	3046	metros.
Portezuelo de Valle Hermoso, cordillera de Aconcagua, siguiendo las orillas del rio de Putaendo i la cordillera de los Patos, camino poco frecuentado, pero famoso por haber pasado por allí el jeneral San Martin en 1817 con el ejército que libertó a Chile de la dominacion española	3637	„
Portezuelo de Uspallata, cordillera de Aconcagua, camino por el rio Aconcagua para Mendoza	3928	„
Portezuelo de San José, cordillera de la provincia de Santiago, siguiendo el rio del Yeso, i pasando la cordillera entre el Tupungato i el volcan de San José	4200	„
Portezuelo de Comecaballos, en la cordillera de Copiapó, camino para la Rioja	4426	„
La Laguna, cordillera de Coquimbo, camino para San Juan	4747	„

3.—Desde el grado 33 de latitud (1), la cadena de los Andes

(1) No es exacto que los volcanes de Chile comiencen a aparecer en el

chilenos presenta en su prolongacion hácia el sur varios volcanes, estinguidos en su mayor parte, pero que han dejado las huellas de su vitalidad pasada en los trastornos jeolójicos que produjeron. Vamos a indicar sus nombres, señalando a la vez la latitud en que se hallan i la época de sus últimas ajitaciones.

	Latitud sur.	Fecha de su última erupcion.
Tupungato (6710 m considerado como volcánico).	33°25'	No hai recuerdo de erupcion.
San José (6097)............	33°41'	1843 (1).
Maipo (5384)...............	33°59'	No hai recuerdo de erupcion.
Tinguiririca (4478).........	34°40'	Id. id.
Peteroa o Planchon (3635)	35°13'	Dic. de 1762 i feb. de 1837.
Descabezado chico (3253)	35°29'	No hai recuerdo de erupcion.
Descabezado (3888).......	35°36'	Id. id.
Azul (3760)................	35°38'	Id. id.
Las-Yeguas (3487).........	36°	Id. id.
Nevado de Chillan (2735)	36°49'	Desde agosto de 1864 hasta enero de 1865.
Antuco (2735).............	37° 2'	En actividad desde tiempos mui remotos hasta principios de 1861.
Trilope.....................	37°49'	No hai recuerdo de erupcion.
Callaqui (2970)............	37°53'	Id. id.
Longuimai (2953).........	38°17'	Id. id.

grado 30 de latitud, como dicen muchos jeógrafos, Humboldt entre otros. El señor Pissis ha demostrado que el pico de Aconcagua, conocido jeneralmente con el nombre de volcan, es simplemente una montaña. Las formaciones volcánicas que se encuentran al norte del grado 33 no están bien caracterizadas ni forman verdaderos conos.

(1) La erupcion de 1843 produjo un sacudimiento que trastornó nn valle inmediato en la estension de mas de tres leguas i derrumbó grandes trozos de las montañas vecinas; pero parece que no fué una verdadera erupcion.

Llaima o Imperial........	38°50'	Junio de 1872.
Villarica o Quetripillan (3600)...................	39°14'	En 1640.
Puyehue (2200)...........	40°49'	No hai recuerdo de erupcion.
Osorno (2302).............	49° 9'	Enero de 1835.
Calbuco (2250).........,...	41°22'	No hai recuerdo de erupcion.
Minchinmávida (2440)...	42°48'	Id. id.
Corcovado (2250).........	43°10'	Id. id. (1)

En la misma cadena de los Andes, en donde se han observado prodijiosos fenómenos volcánicos como derrumbes de cerros i formaciones de lagunas por la retencion de la corriente de un rio, se encuentran tres solfataras esploradas detenidamente: una al pié del volcan de Tinguiririca, otra entre el Descabezado i el Cerro Azul, i otra en las inmediaciones del volcan de Chillan. De ellas hemos hablado en la páj. 115 de este libro.

4.—Todas las costas de Chile son bañadas por el océano Pacífico. En la mayor parte del territorio, la costa ofrece una estraordinaria regularidad. No se hallan ni golfos ni grandes bahías, de tal manera que mirado en su conjunto, el contorno de la costa aparece como una línea recta que se estiende de norte a sur. Algunas ramas de las montañas vecinas, sin embargo, interrumpen esta uniformidad formando cabos o pro-

---

(1) Los historiadores hablan de un terremoto que se esperimentó en Chiloé en los dias 23 i 24 de diciembre de 1737, despues del cual se vió pasar una nube de fuego el 30 de diciembre, que viniendo del norte atravesó por todo el archipiélago, habiendo caido en las islas Guaitecas una lluvia de cenizas i fuego que incendió algunos bosques. ¿No seria todo esto el resultado de una erupcion de algunos de los volcanes que se alzan en aquellas latitudes? Para los que deseen investigar mejor este hecho, diremos aquí que se contienen algunos datos en la *Descripcion historial de la provincia de Chiloé,* por el padre Gonzales Agüero, páj. 105.

El obispo de Concepcion don Pedro Felipe de Azúa Iturgoyen, en una pastoral de 4 de octubre de 1744 en que convoca a sínodo a los curas de sus diócesis, recuerda este mismo fenómeno.

montorios mui poco considerables, i pequeñas ensenadas, en jeneral mal resguardadas. Mas al sur, a los 41°44′, esta uniformidad desaparece, el mar penetra en las tierras, forma un golfo i muchos canales en la línea que debia ocupar el gran valle lonjitudinal; i las montañas de la costa constituyen una série innumerable de islas. Desde allí hasta el cabo de Hornos, la costa de Chile ofrece mucha semejanza con las costas del norte i del oeste de Noruega.

Estas costas son bañadas por una corriente fria, conocida con el nombre de Humboldt, que, saliendo del océano glacial Antártico, recorre las costas occidentales de la América del sur i va a unirse en seguida con la gran corriente ecuatorial del Pacífico. Su velocidad jeneral en la mayor parte de los mares de Chile, no pasa de 800 metros por hora; pero en algunos puntos es mucho mayor. A ella se debe el que las aguas del mar sean excesivamente frias en esta costa.

El movimiento de las mareas tiene una gran regularidad. Desde la estremidad norte del territorio hasta la latitud de 41°, su elevacion no pasa de 4^{m},50; en los golfos i canales que se forman pasada esa latitud, la marea tiene mayor fuerza, i alcanza en muchos puntos a seis i siete metros. Esta circunstancia es aprovechada por los navieros, para reparar sus buques dejándolos en seco en las mas altas mareas, hasta que el mar vuelve a ponerlos a flote.

Hemos dicho que algunos cordones de serranías que se desprenden de la cadena de la costa, se avanzan hácia el mar i forman cabos o promontorios. Algunos de esos cordones, ademas, despues de haber desaparecido en las orillas, aparecen de nuevo a poca distancia de la costa formando islas o islotes. Las que se encuentran en la rejion del norte, en las provincias de Atacama i de Coquimbo, casi no deben considerarse por su estension mas que como grandes escollos de que la industria no puede sacar ningun provecho. Pero a los 36°37′ de latitud aparece la isla de la Quiriquina cerrando la hermosa bahía de Talcahuano: mide cerca de ocho quilómetros cuadrados. Poco

mas al sur, la isla de Santa María, a 37°2' de latitud, con cerca de veinte quilómetros cuadrados, cierra la estensa bahía de Arauco. Por último, a los 38°22' de latitud, se halla la isla de la Mocha, de cuarenta quilómetros cuadrados, atravesada por una cadena de serranías i cubierta de bosques.

Pero la rejion insular de Chile está mas al sur todavía. Al sur del paralelo 41 se encuentra el gran archipiélago de Chiloé con noventa i seis islas i un gran número de islotes. La mas grande de todas, la de Chiloé, mide 13,000 quilómetros cuadrados, posée alturas de 750 metros, espesísimos bosques i ofrece un abundante campo para la pesca. Se le sigue el archipiélago de los Chonos, con mas de mil islas o islotes de diferente estension; i continúan hácia el sur otros archipiélagos e islas, muchas de ellas bastante estensas, hasta la Tierra del Fuego i el cabo de Hornos. Toda esta última parte de la rejion insular, poco conocida hasta el presente i enteramente despoblada, cobrará una gran importancia cuando se quiera esplotar la riqueza que ofrecen aquellos mares a los pescadores en grande escala. Advertiremos aquí que esos canales, a consecuencia de las mareas i de los vientos, ofrecen corrientes peligrosas.

Todas estas islas son formadas simplemente por la prolongacion submarina de las serranías de la costa, i en efecto tienen una constitucion jeolójica enteramente análoga. Pero las dos islas de Juan Fernandez, situadas a 630 quilómetros de Valparaiso, son enteramente volcánicas, independientes de las revoluciones jeolójicas que han ajitado el territorio continental i determinado su configuracion actual.

5.—Conocida la configuracion jeneral del territorio chileno, se comprenderá que no puede tener rios tan caudalosos i estensos como los que recorren paises mas dilatados. Los rios chilenos, en efecto, nacen casi todos en la cordillera de los Andes, i atraviesan una faja de territorio angosta e inclinada con un desnivel que casi podria compararse al declive de una montaña, i tienen en jeneral una corriente semejante a la que se observa en el curso superior de los rios de otros lugares. Sin

embargo conviene advertir que los rios chilenos ofrecen notables diferencias, i que en jeneral son mas grandes, mas caudalosos i ménos rápidos en proporcion que se avanza hácia el sur, es decir, a la rejion en que llueve mas, en que el pais ofrece una mayor anchura i en que las cordilleras de que se desprenden los torrentes son ménos elevadas.

En las rejiones del norte, los rios tienen un caudal escaso, marchan encajonados en valles estrechos, i su corriente es bastante impetuosa. La importancia de ellos está en proporcion con la latitud, esto es, son mayores cuando están situados mas al sur, es decir, donde las lluvias son mas abundantes. Sin contar algunos arroyos setentrionales que no alcanzan a llevar sus aguas al mar, hai seis rios en esta rejion, el Copiapó, el Huasco, el Coquimbo, el Limarí, el Choapa i el Aconcagua. Todos ellos son mui insuficientes para satisfacer las necesidades agrícolas de los valles que atraviesan, i solo los dos últimos merecen el nombre de rios.

En la rejion central se encuentran los rios mayores de Chile. Se observa igualmente en ella que los rios se hacen mas caudalosos así que se avanza al sur, hasta el rio Bueno, que es el mas considerable de todos. Los que corren al sur de éste son algo menores. En casi todos estos rios se observa gran rapidez en la primera parte de su curso: sus aguas arrastran enormes cantidades de sedimento que sirven para abonar las tierras que riegan en el valle, i muchos guijarros con que elevan su lecho i los hacen desbordarse en las tierras vecinas. Su corriente es tambien bastante rápida al atravesar el valle central, en los rios Maipo, Rapel i Mataquito i los diversos afluentes de todos ellos; pero desde el Maule para el sur, la corriente de los rios disminuye gradualmente; i en los que atraviesan el territorio pasados los 36°50' es todavia mucho menor. Así, el Biobio, el Imperial, el Tolten, el Valdivia i el Bueno i los afluentes de éstos, ofrecen grandes comodidades para la navegacion interior. Su curso inferior es todavia mas tranquilo, i el declive mucho menor;

así se ve que la marea se hace sentir a una distancia considerable de la costa, en el Maule a 6 quilómetros, en el Imperial a 24, en el Tolten a 30, i en el Bueno a 80. Casi todos los rios de esta rejion son navegables para los buques de mediano porte hasta cierta distancia de su embocadura; pero desgraciadamente, todos ellos, con escepcion del Valdivia, ofrecen barras peligrosas.

En la rejion austral o insular, los rios son mucho menores. El mas caudaloso de todos es talvez el Pudeto, situado en la isla de Chiloé.

Todos los rios de Chile están sometidos a creces i a bajas periódicas. En invierno en junio, julio i agosto, son las lluvias las que los hacen crecer considerablemente en pocos dias; en verano, en diciembre i enero, el derretimiento de las nieves produce el mismo resultado con ménos intensidad, pero durante un tiempo mas largo. En cambio, en los meses de abril i de octubre los rios se encuentran bastante bajos. No se crea que estas creces tienen la intensidad de los desbordamientos de los rios de la zona tórrida.

6.—Chile posée un número considerable de lagos, algunos de ellos bastante estensos, formados por cauces diferentes, i que por esto mismo deben ser clasificados en órdenes diversos. El señor Domeyko ha propuesto una clasificacion metódica de todos ellos en cuatro órdenes distintos.

Pertenecen al primero las lagunas litorales, vecinas a la playa, que descansan sobre un lecho arenoso, antiguo asiento del océano, cuyos bordes se han rellenado con las arenas batidas por el mar, i que por recibir sus aguas en mayor o menor cantidad, son jeneralmente bastante salobres. Las mas importantes de todas son las de Puchuncaví, cerca de la bahía de Quinteros, en el departamento de Quillota, la de Santo Domingo, en el departamento de Rancagua, i la de Bucalemu, Bollecura, la Torca i Vichuquen, en el departamento de este nombre. Esta última, que es la mas estensa de todas, desagua en el océano por un canal de poco fondo, pero que puede ser

profundizado por la industria, para fundar allí un puerto hermosísimo i perfectamente resguardado. Mucho mas al sur todavia, en la costa de la Araucania, hai varias otras lagunas de la misma naturaleza; pero ménos grandes i ménos importantes que la de Vichuquen.

Al segundo órden de lagos pertenecen los que se han formado en las hondonadas por las aguas de las lluvias que no pueden correr libremente por la configuracion del terreno. Cuando han sido formados en las despresiones de un terreno plano, tienen poco fondo i disminuyen considerablemente con la evaporacion del verano, como sucede con la laguna de Batuco, un poco al norte de Santiago; pero cuando sus bordes son constituidos por serranias, i su lecho consiste en una quebrada sin salida, tienen mucho fondo i conservan la mayor parte de sus aguas aun despues de los veranos mas ardientes. El lago mas estenso i el mas hermoso de esta clase que existe en Chile es el de Aculeo, en el departamento de Rancagua, a cuarenta kilómetros al sur de Santiago. Lo forma una depresion circundada por cerros altos, accidentados i cubiertos de vejetacion, de cuyas vertientes bajan las aguas de las lluvias que lo mantienen lleno hasta cierta altura, pasada la cual el lago se deborda sobre un riachuelo vecino. Mide cerca de cuatro mil hectáreas de superficie, i ofrece al viajero una de los espectáculos mas pintorescos que existen en el territorio chileno. A este mismo órden pertenecia el dilatado lago de Taguatagua, en el departamento de Caupolican, desecado en 1841. Los otros lagos de esta naturaleza que existen mas al sur, son mucho menores.

Constituyen el tercer órden de lagos los que son formados por los rios que, bajando de los Andes, llegan al valle central, donde encũentran un bajio que rellenan con sus aguas, i en seguida continúan su marcha hácia el océano. Están situados en la seccion mas baja del valle, es decir en la rejion del sur, entre los grados 39 i 41. Esta hermosa rejion, cubierta de bosques espesos i pintorescos, ofrece muchos lagos bastante estensos; pero

todavia no se conoce la estension de todos ellos, i ni siquiera su número exacto. Los mas importantes son el de Villarica, al pié del volcan del mismo nombre, que es el mas sententrional, el Calafquen, el Riñihue, el de Ranco (de cerca de mil kilómetros cuadrados), el de Puyehue i el de Llanquihue, el mas austral, como tambien el mas grande de todos. Aunque la topografía de esta rejion no sea perfectamente conocida, se sabe que cada uno de ellos es formado por un rio. Estos lagos están destinados a desaparecer con el trascursos de los siglos por las causas que hemos señalado en la pájina 76 de este libro.

Al cuarto órden de lagos pertenecen los que se encuentran en la cadena de los Andes, i son formados por el derrumbe de algun cerro que ha interceptado el curso de un torrente, o por alguna depresion de las serranías en que se detienen las aguas que resultan del derretimiento de las nieves. Esos lagos estan situados a una grande altura, son siempre el oríjen de un rio, i son bastante numerosos. Los mas notables de ellos son: el del Inca, en la cordillera de Aconcagua, al lado del camino que conduce de Chile a Mendoza por Uspallata, a una altura de cerca de 2,900 metros sobre el nivel del mar; el de Teno, oríjen del rio de este nombre, bastante menor que el anterior, i situado a cerca de 3,000 metros de altura; el del Maule, a 2,000 metros de elevacion, el del Laja, el mas grande i el mas pintoresco de todos, a una altura de cerca de 2,000 metros i al pié del volcan de Antuco. Ambos son tambien el oríjen de los rios del mismo nombre. Los otros lagos de las cordilleras son mucho menores que los que dejamos mencionados.

7.—Entre los numerosos manantiales que brotan de la Tierra i pasan a incrementar las aguas de los rios chilenos, hai algunos que contienen en sus aguas disoluciones minerales, i que ademas poseen una temperatura bastante elevada. Aunque en esta materia queda todavia mucho que descubrirse i por estudiarse, puede asegurarse que Chile es uno de los paises que poseen mas fuentes termales. Se las encuentra en las alturas de los Andes, en las serranías de sus faldas, en el valle intermedio

i en la rejion mas baja, es decir, casi al nivel del mar. Vamos a señalarlas a la lijera, distribuyéndolas en tres grupos diferentes, segun la situacion en que se hallan (1).

Pertenecen al primer grupo las aguas de las rejiones altas de los Andes. Entre éstas se conocen:

Los baños ferrujinosos del Toro, en el norte de la provincia de Coquimbo, a una altura de 3,275 metros sobre el nivel del mar. Sus aguas, con una temperatura de 26 a 60 grados, nacen de rocas graníticas i porfíricas descompuestas.

Baños de Guaiquirilo, a orillas del rio del mismo nombre, i a espaldas del nevado de Longaví, en el departamento de Linares, situados a una grande altura. Sus aguas, que nacen en terrenos volcánicos, tienen una temperatura inmediata a la ebullicion, pero no han sido estudiadas científicamente.

Baños de Chillan, a 1,864 metros de altura, i en las inmediaciones del volcan del mismo nombre, i son los mas notables de Chile. Tienen vertientes de aguas sulfurosas, con una temperatura que alcanza a los 58°, ferrujinosas con 44° i de potasa con 55°. Nacen de rocas traquíticas o de pórfidos metamórficos. En estos baños hai, ademas, aguas que salen a la superficie en el estado de vapor.

Baños de Tinguiririca, en el departamento de San Fernando, a una altura de 1,736 metros, i con temperatura de 70° a 96°. Nacen de rocas traquíticas.

Baños de Mondaca, al norte del Descabezado, en el departamento de Lontué, i a una altura de 1,453 metros, i con una temperatura de 37 a 44°. Nacen de rocas graníticas.

Existen ademas en esta rejion las aguas de Vilucura, en el departamento de la Laja, un poco al suroeste de la laguna de este mismo nombre; las de Trapatrapa, en el departamento de Nacimiento, en la falda norte del volcan de Tripole; las de la

(1) En este punto nos sirve de guia la memoria escrita por el señor Domeyko, i publicada en 1871.

Vida, en el rio de los Cipreses, uno de los afluentes del Cachapoal, en el departamento de San Fernando, i los del Inca en el departamento de los Andes.

Al segundo grupo pertenecen las aguas termales del valle lonjitudinal i de las ramas mas bajas de los Andes. Figuran en este número los siguientes:

Baños ferrujinosos de Catillo, al sureste del Parral, a la altura aproximativa de 259 metros, i con una temperatura de 33 a 36°. Nacen en un terreno de arenisca terciaria.

Baños alcalinos de Panimávida, en el departamento de Linares i al noroeste de este pueblo, a la altura aproximativa de 300 metros, i con una temperatura de 28 a 31°. Nacen en medio de una vega rodeada de pórfidos metamórficos.

Baños alcalinos de Cauquenes, en el departamento de Caupolican, al oriente del pueblo de Rengo i a las orillas del rio Cachapoal, a la altura de 677 metros, i con la temperatura de 35 a 47°. Nacen en un conglomerado inmediato a los pórfidos metamórficos.

Baños alcalinos de Apoquindo, al oriente de Santiago, a una altura de 799 metros, i con una temperatura de 17 a 23°. Nacen en medio de pórfidos metamórficos.

Baños alcalinos de Colina, al noreste de Santiago, a una altura de 909 metros, i con una temperatura de 25 a 32°. Nacen en medio de pórfidos metamórficos.

Baños de Jahuel, visitados desde hace poco tiempo i por lo mismo mal conocidos todavia, al noreste de San Felipe de Aconcagua.

Al tercer grupo pertenecen las aguas que brotan en las rejiones mas bajas i al nivel del mar. En las inmediaciones del golfo de Reloncaví se encuentran las de Nahuelhuapi con una temperatura de 32°; las de Cochamo, con una temperatura de 15 a 29°; las de Sotomo, con una temperatura de 41°; i por último, las de Petrohue, cerca del volcan de Osorno, con una temperatura de 66°. En el departamento de Itata se encuentran las aguas de Cato, al suroeste de Quirihue. Mas al norte, en la

costa del departamento de la Ligua, se hallan las aguas de Catapilco; en la de Ovalle las de los Socos, i mas al norte todavía las de Mejillones.

Muchas de estas aguas no han sido aun analizadas científicamente. Es probable que su análisis revele en muchas de ellas virtudes medicinales desconocidas hasta ahora; i es seguro que las nuevas esploraciones del territorio chileno den por resultado el descubrimiento de muchas otras aguas minerales i termales.

8.—El territorio chileno está sometido a la accion de esas terribles convulsiones conocidas con el nombre de terremotos. Sin embargo, debe decirse aquí contra el aserto jeneral de los jeógrafos, que estos cataclismos no han tenido en nuestro suelo la intensidad de los que se han esperimentado en otros países del globo, en Portugal, en la India, en Jamaica, en Guatemala, en el Ecuador i en el Perú, por ejemplo, i que ademas son mucho ménos frecuentes de lo que se le supone. Los simples estremecimientos de la Tierra, llamados comunmente temblores, no son raros, i aun se han contado noventa en un año; pero las grandes conmociones, los verdaderos terremotos, son mas raros de lo que se crée jeneralmente. Vamos a indicar la fecha de los mas famosos, entre aquellos de que se conserva recuerdo en la historia.

El 8 de febrero de 1570, a las nueve de la mañana, se hizo sentir un espantoso terremoto, que arruinó todos los edificios de la naciente ciudad de Concepcion, situada entónces a orillas del mar, donde existe ahora Penco. El mar salió de su seno, inundó el territorio ocupado por la ciudad i acabó la ruina de ésta. Los temblores se repitieron con menor intensidad durante cinco meses. No pereció ninguna persona durante esta catástrofe.

El 16 de diciembre de 1575 un terremoto mas espantoso todavía asoló la ciudad de Valdivia. El mar salió tambien, e inundó una porcion de la costa. La caja del rio quedó en seco enfrente de la ciudad, porque las aguas corrieron para atrás por

algunos momentos. Perecieron muchas personas, i los temblores se repitieron durante cuarenta dias. En la cordillera se desprendió un cerro que, cayendo sobre el rio Calle-Calle en la parte en que nace del lago de Riñihue, formó un dique que, impidió el curso de las aguas, hasta que en abril del año siguiente, aumentado el caudal del lago con las lluvias, rompieron a media noche el obstáculo que las detenia i causaron los mas terribles estragos en todas partes (1).

El 14 de mayo de 1633 se hizo sentir un violento terremoto en la rejion del sur. Hai pocas noticias acerca de sus estragos, pero se sabe que destruyó el pueblo de Carelmapu, destrozó dos embarcaciones surtas en el puerto, i conmovió las rocas de la costa.

El 13 de mayo de 1647 tuvo lugar otro terremoto mucho mas considerable i tambien mejor conocido; la ciudad de Santiago fué arruinada casi completamente, i la conmocion se hizo sentir a una larga distancia, en una gran porcion de la América, segun dicen algunos historiadores. Durante todo ese mes se repitieron los temblores con menor intensidad.

El 15 de marzo de 1657 ocurrió otro terremoto en Concepcion, con salida del mar, i con ruina completa de la ciudad i perdida de algunas vidas.

El 2 de julio de 1730 nuevo terremoto que de nuevo cubrió de ruinas a Santiago i que se propagó desde Coquimbo hasta Concepcion, causando los mayores estragos. El mar, como ha sucedido en otros cataclismos semejantes, se retiró de la costa, i replegándose sobre sí mismo, invadió las ciudades de Valparaiso i de Concepcion, acabó la ruina comenzada por el estremecimtento de la Tierra, i arrastró consigo todos los granos que se hallaban almacenados.

---

(1) El cronista Mariño de Lovera, correjidor entónces de Valdivia, ha consignado muchas noticias sobre los estragos de esta inundacion, como ha referido los que causó el temblor.

El 25 de mayo de 1751 se hizo sentir otro terremoto que arruinó una gran parte de Santiago, pero que causó mayores males en el sur. En Chillan, el rio de este nombre, salido de improviso de su cauce, arrasó la ciudad. En Concepcion, el mar volvió a destruir la poblacion que acababa de levantarse sobre sus ruinas; i en la isla de Juan Fernandez, el mar tambien destruyó las habitaciones i cuarteles i arrastró a su lecho las ruinas, junto con cuarenta personas, entre las que se contaban el gobernador de la isla i su familia

El 19 de noviembre de 1822, Valparaiso i Santiago fueron el centro de un nuevo terremoto, ménos terrible que los anteriores, pero que causó en la primera de estas ciudades la ruina de algunos edificios. En éste i en los subsiguientes, han podido estudiarse mejor los efectos jeolójicos de esta clase de cataclismos.

El 30 de febrero de 1835 las ciudades de Concepcion, Talcahuano, Chillan, Cauquenes, Talca i otros pueblos del sur fueron casi enteramente arruinados. La ajitacion de las olas del mar se hizo sentir con caractéres mui alarmantes hasta en las islas de Juan Fernandez. Las aguas termales de Cato se secaron durante algun tiempo.

El 7 de noviembre de 1837 se hizo sentir otro terremoto que cubrió de ruinas las provincias de Valdivia i Chiloé.

Al lado de éstos, los otros temblores que se han hecho sentir en Chile son sin importancia.

Estos terremotos han producido aberturas mas o ménos considerables de la Tierra, derrumbes de algunas rocas de las montañas, i lo que es mas notable i mas constante, el solevantamiento de la costa. Como en otra parte de este libro (paj. 130) hemos manifestado en qué consiste este fenomeno, nos limitaremos solo a recordarlo aquí. Se ha observado tambien que ordinariamente los temblores de Tierra, grandes o pequeños, vienen seguidos de descompostura de tiempo: el cielo, muchas veces claro i despejado en el momento del temblor, se cubre de nubes que con frecuencia se resuelven en copiosas lluvias.

En los grandes terremotos, estas revoluciones atmosféricas suelen ser mui considerables i venir acompañadas de granizo. Ya hemos dicho que no se conoce la causa de estas coincidencias.

9.—La jeolojía de Chile ha sido estudiada con gran prolijidad por diversos sábios i viajeros. De las observaciones combinadas de éstos, se desprenden los hechos que pasamos a esponer en su forma mas concisa i sumaria.

El territorio chileno debe su configuracion actual a la accion alternativa del fuego interior de la Tierra i a los depósitos sedimentarios. Quizás ningun pais del globo ofrece un conjunto tan complejo de fenómenos jeolójicos, ni un campo tan vasto al estudio i a la observacion. La cadena occidental o de la costa, que se estiende de un estremo a otro del territorio, si bien en la rejion del sur aparece interrumpida por el mar i forma numerosos archipiélagos, es el resultado de los mas antiguos solevantamientos. Se compone principalmente de granito en las provincias del centro i en la mayor parte de las del norte; i en las del sur de micasquita. La formacion terciaria, que se conoce en el sur del pais con el nombre de cancagua, se apoya en ella del lado del mar, i encierra los preciosos depósitos de carbon fósil de la clase denominada lignita, que se hallan en Coronel, Lota, Lebu i otros puntos de la costa.

Las diversas cadenas trasversales que en toda la rejion del norte se estienden de este a oeste uniendo ahora las dos grandes cadenas lonjitudinales, parecen el resultado de solevantamientos posteriores. Estas cadenas contienen las mayores riquezas minerales que posée el pais, la plata, el cobre, el fierro, el plomo, etc., de cuya distribucion en nuestro suelo hemos hablado en el capítulo anterior.

La gran cordillera de los Andes es seguramente de formacion mas moderna. Ofrece principalmente pórfidos metamorfoseados, que representan los terrenos secundarios, formados en otros paises de calizas, arenisca, margas, etc. Es mui singular que las rocas calizas puras sean raras en Chile: se las halla sí en abundancia metamorfoseadas por la accion del fuego i

convertidas en rocas de mucha consistencia i solidez. A todas éstas debemos agregar las rocas volcánicas, sobre todo traquitas, i las lavas modernas. En esta cordillera se encuentran tambien ricos depósitos mineros, ménos abundantes, sin embargo, que los que se hallan en las cadenas trasversales. Parece que desde la época de la formacion de esta gran cadena, la configuracion jeneral del pais no ha sufrido modificaciones radicales.

El valle lonjitudinal está formado casi esclusivamente de materiales arrastrados por las aguas de las cordilleras que lo limitan. Dominan en él los pedruscos rodados, envueltos en tierra arenosa, i se les encuentra con frecuencia hasta una gran profundidad. Todo hace creer que este valle era el lecho de un vasto lago formado por las aguas que producia el derretimiento de las nieves, i que solo comenzó a desecarse cuando esas aguas se abrieron paso por la cordillera de la costa, i se formaron los lechos de los rios actuales. En la seccion mas meridional del valle, los lagos subsisten todavia i ocupan una porcion considerable de territorio. Son éstos el Ranco, el Llanquihue i los otros que hemos señalado mas atras.

Este valle muestra en varias partes las huellas evidentes de los grandes ventisqueros del período diluviano. Los barrrancos de la cordillera por donde bajan los primeros afluentes de los rios, aparecen en muchas partes como acepillados por los antiguos hielos; i mas adelante se encuentran en el valle grandes moles de piedras cuya presencia en esos lugares no puede esplicarse sino clasificándolas como bloques erráticos.

La accion de los volcanes ha dejado tambien numerosos vestijios en las montañas con las masas de lava enfriada i en el valle por grandes capas de toba, esto es, por cenizas volcánicas reducidas a pasta por las aguas de las lluvias i endurecidas mas tarde por el calor solar. Esta sustancia cubre grandes estensiones de terrenos en varias partes del país, donde se la conoce con el nombre de *tosca*, como se ve en los alrededores de Chillan, i en las pequeñas colinas denominadas las Lomas,

al poniente de Santiago, i tiene una consistencia poco inferior al de las piedras. Los terrenos pulverulentos llamados *trumao* en el sur de Chile, son formados por cenizas volcánicas en estado de segregacion.

Los sedimentos que arrastran los rios, i hasta los riegos artificiales de la agricultura, han contribuido a formar en grandes estensiones del valle central una capa mas o ménos gruesa, mas o ménos gredosa o arcillosa, segun los lugares, de terreno llamado vejetal, i mui aparente para la produccion. Los restos vejetales i animales han engrosado en muchos puntos estos terrenos.

La faja de terrenos vecinos al mar es constituida a veces por especies de mesetas que se desprenden de la cordillera de la costa, i cortadas casi perpendicularmente al tocar en la ribera. Se distingue allí la formacion granítica en su forma mas completa, el granito descompuesto por las aguas, i las arenas coloradas i gruesas. En otras secciones se ven las tierras mas bajas, i en ellas se hallan depósitos de moluscos fósiles i grandes masas de arena arrojadas por las olas. Los depósitos calcáreos mas o ménos considerables que se dejan ver a cierta altura de las aguas del mar, revelan que las costas han estado sometidas a un solevantamiento, lento, graduado, contínuo, i acelerado con frecuencia por las revoluciones bruscas producidas por los terremotos (Véase la páj. 128). La accion de los aluviones se ha hecho tambien sentir aunque en una escala mucho menor.

10.—La configuracion del territorio chileno, su prolongacion de norte a sur, es causa de que su clima sea mui variado. Las estaciones se suceden en todo él con la misma regularidad i en un órden igual, es decir, para todo Chile el dia mas largo del verano es el 22 de diciembre i el mas corto del invierno es el 21 de junio; pero a consecuencia de la mayor o menor proximidad de la zona intertropical, i de otras causas locales como la altura, la inmediacion al mar, etc., la temperatura está desigualmente repartida en toda la faja que forma el suelo de

Chile. Por regla jeneral puede decirse que la temperatura baja progresivamente así que se avanza del norte al sur del territorio; i en efecto, en la costa se observa que la temperatura media disminuye 0°4 por cada grado de latitud que se adelanta hácia el polo, como lo comprueban las cifras siguientes:

	Latitud.	Temp. media.
Coquimbo..............................	29°54'	15,1
Valparaiso..............................	33° 2'	14,1
Valdivia..................................	39°50'	11,0

En la cordillera de los Andes se puede observar esta misma disminucion de la temperatura por medio de la línea de las nieves eternas. Esta línea, que en la cordillera de Copiapó está a 4,500 metros sobre el nivel del mar, baja gradualmente, como hemos visto en otra parte (páj. 313) hasta 1,130 en el estrecho de Magallanes. Los ventisqueros que comienzan a mostrarse en la provincia de Colchagua, donde el que da oríjen al rio de los Cipreses, uno de los afluentes del Cachapoal, baja hasta una elevacion de 1,785 metros, pero desde el Descabezado del Maule, los ventisqueros son mas considerables i mas frecuentes. Abundan sobre todo en las rejiones magal lánicas donde descienden a veces hasta el nivel mismo del mar o se introducen en algunos lugares en el océano como cabos o promontorios de hielo.

La temperatura de Chile es en jeneral ménos elevada que en las mismas latitudes del hemisferio boreal. Pero los invierno son comparativamente mucho mas suaves o lo que es lo mismo, entre las temperaturas estremas de Chile no se notan las grandes diferencias que se observan en el norte. Depende esto de las condiciones especiales del hemisferio austral de que hemos hablado en otra parte (páj. 315). Pero la configuracion especial del territorio chileno en forma de una larga faja encerrada por la cordillera nevada de los Andes i por el mar, que refresca la corriente fria del polo, es causa de otro fenómeno

climatolójico que conviene conocer. En igualdad de latitudes, la temperatura media de la costa occidental de esta rejion del continente americano, es 3°5 inferior a la de la costa oriental. Así, para hallar en Chile una temperatura media igual a la de Buenos-Aires (16,9) tendremos que buscarla a los 25°38' de latitud, es decir nueve grados jeográficos mas al norte.

Las observaciones climatolójicas que se se han hecho en Chile no bastan para fijar la temperatura de muchos puntos. Se conocen regularmente, i por observaciones de diez, quince o treinta años, las de la capital i de algunas ciudades; pero solo de ocho a doce años a esta parte se hacen observaciones termométricas en muchos otros lugares; i las conclusiones a que se ha llegado, no bastan para fijar cifras perfectamente exactas i seguras. Las que damos en seguida no pueden, pues, considerarse como definitivas.

	Temp. media del año.	Del verano.	Del invierno.
Copiapó..................	14,6	18,5	11,37
Serena..................	14,78	17,50	12,14
Valparaiso................	14,1	16,3	10,6
Santiago..................	12,75	18,4	7,56
Talca....................	14,48	21,64	7,88
Concepcion..............	13,95	18,07	9,24
Valdivia................	9,51	14,76	7,14
Melipulli................	11,75	15,7	8,44
Ancud..................	11,40	14,8	8,25
Punta Arenas............	7,23	10,97	2,77

11.—La temperatura de un país está ademas relacionada con la mayor o menor frecuencia de los fenómenos meteorolójicos, vientos, lluvias, etc. En Chile los vientos están sometidos a una gran regularidad.

En toda la rejion boreal i central de nuestro territorio, las brisas de mar i de tierra, tal como las hemos descrito en otra parte (páj. 241), se suceden regularmente casi todos los dias

del año, es decir, cuando los nublados u otros vientos mas poderosos no las interrumpen. Las brisas de mar son causa de que la zona de la costa sea jeneralmente templada durante el dia. En el interior, la brisa de las montañas que baja por la tarde de las cordilleras nevadas, i que en Chile se conoce con el nombre de terral o puelche, hace que las noches sean comparativamente frescas i a veces frias. A estos vientos se debe que tengamos noches ardientes i abochornadas como las que se esperimentan en otros paises de la zona templada, en Europa i en la rejon oriental de la América templada. Los vientos alisios no se sienten en Chile, porque la alta cordillera impide su pasaje. Esta misma cadena es tambien la causa de que los vientos jenerales del este falten casi completamente. Aun los vientos del oeste pierden casi siempre su direccion, porque chocándose en la cordillera, tienen que tomar mas o ménos la direccion de norte a sur o de sur a norte. A eso se debe agregar que en la mayor parte del año, i sobre todo en la primavera i el verano, se combinan con la corriente jeneral que lleva el aire frio de las rejiones polares a la rejion equinoccial, i se transforman por doble razon en un viento sur. Este viento, el mas frecuente en Chile, por su baja temperatura solo puede cargar una pequeña cantidad de agua al trasportar el aire frio del polo a la zona tórrida que por su calor puede tener en disolucion una cantidad mucho mayor de vapor de agua; i por eso trae tiempo seco i cielo sereno. El viento norte, por el contrario, desprendido de la rejion intertropical, contiene por esto mismo mucho vapor de agua i forma las nubes i las lluvias.

Los nublados, las neblinas i las lluvias están mui desigualmente repartidas en el territorio chileno. Miéntras en su parte mas setentrional llueve rara vez, la rejion del sur debe ser contada como una de las partes mas lluviosas de nuestro globo. En el desierto de Atacama pasan a veces cincuenta años sin que llueva, en Copiapó suele llover una vez en el año; en Coquimbo tres o cuatro veces; en Santiago el término medio de los dias de lluvia es 21; en Valparaiso 25; en Valdivia 150 i

por fin, en Magallanes es 175, sin que por esto caiga allí mas cantidad de agua que en Valdivia. En el norte, las garuas o neblinas espesas, que son mui frecuentes en Tarapacá, i ménos mas al sur, i un abundante rocio suplen en parte la falta de lluvia. En jeneral llueve en la estacion de los vientos del norte, es decir, en el invierno; i aunque en la rejion austral llueve tambien en verano, las lluvias invernales son las mas considerables i frecuentes. En la rejion central, o mas bien dicho, hasta la latitud de 38°, las borrascas o tormentas de verano son sumamente raras salvo algunas escepciones, que las mas veces tienen lugar en la cordillera, se puede decir que en esta rejion las lluvias comienzan en abril i terminan en octubre.

Las observaciones practicadas hasta ahora sobre la cantidad de agua que cae cada año en Chile datan de poco tiempo para establecer un término medio que se pueda considerar rigorosamente exacto. En la última época ha habido ademas algunos años de una rara sequedad, cuya repeticion contraría todos los cálculos que se habían hecho. Por eso, las cifras que damos a continuacion, si bien revelan que las lluvias son mas abundantes así que se avanza al sur, hasta el paralelo 40, para disminuir un poco mas adelante, no pueden tomarse sino como aproximativas.

	Milímetros de agua que cae por término medio al año.
La Serena	172
Santiago	419
Talca	547
Concepcion	1,364
Valdivia	2,859
Melipulli	2,676
Ancud	2,035
Punta Arenas (Magallanes)	555

Esta distribucion de las lluvias en Chile, tan contraria a las

leyes jenerales que rijen en todo el globo, i según las cuales debería llover mas en la rejion vecina a la zona intertropical, es debida a la topografía especial de nuestro territorio. En efecto, la condensacion de vapores acuosos arrastrados por los vientos del sureste, o alísios, debían producir las lluvias en la costa del sur del Perú i en la rejion mas setentrional de Chile, como la producen en los países situados en la misma latitud; pero la cordillera de los Andes cierra el paso a esos vientos. Por el contrario, los vientos del noroeste, que vienen de los trópicos cargados de humedad, no encuentran paso para la rejion oriental, se condensan en Chile i se precipitan en lluvias torrenciales. En la rejion oriental de los Andes, por esta misma causa, se verifica este fenómeno en el órden inverso. Llueve mucho en el norte, en Salta, Catamarca i la Rioja, es decir, enfrente del desierto de Atacama, de Copiapó i de Coquimbo, i poco en la Patagonia oriental, es decir, enfrente de Valdivia i de Chiloé. Así se esplica igualmente que las lluvias de Chile caigan principalmente en invierno, miéntras que en la República Arjentina las lluvias son mas frecuentes en verano.

Los nublados son, como debe suponerse, mas constantes en las provincias en que llueve mas, es decir, en la parte austral del territorio. Lo mismo debe decirse de las neblinas, que son bastante raras mas al norte, nunca tan densas i sombrías como en algunos países del hemisferio boreal. En la zona de la costa, sin embargo, se observan frecuentemente por la mañana neblinas húmedas, que desaparecen a mediodia. En la rejion de los desiertos, donde el suelo no recibe nunca la lluvia del cielo, hai, sin embargo, cada noche una espesa neblina, que desaparece a las primeras horas del dia. En el sur, desde Chillán hasta Chiloé, se nota el fenómeno conocido con el nombre de neblinas secas, i son producidas por las cenizas finísimas que resultan del incendio de estensas porciones de selvas que los campesinos destruyen de esta manera para entregar al cultivo la tierra desmontada.

Las nevadas, mui frecuentes en las moatañas, sobre todo en el invierno, no caen nunca en las partes bajas de la rejion del norte, ni tampoco en la zona de la costa. Son sumamente raras aun en el valle central del territorio: tienen lugar cada cuatro o cinco años, son de corta duracion, i no pasan al norte del grado 33 de latitud. Mui rara vez cae granizo, i éste es tan pequeño que no causa los grandes daños que ocasiona en otros países de Europa i de América. En cambio, las heladas o escarchas son frecuentes en el invierno, i el rocío lo es en las otras estaciones.

Los truenos i relámpagos son mui raros en Chile, casi desconocidos en la parte poblada de las provincias del norte i del centro, pero algo mas frecuentes en las del sur, aunque siempre infinitamente ménos no solo que en la zona tórrida sino que en Europa. Mas raros son los rayos, puesto que solo cada diez o mas años se habla de la caída de un rayo, i aún no siempre se ha podido comprobar la verdad del hecho. Las trompas, que no son raras en la pampa arjentina, son casi del todo desconocidas en Chile (1). Pero hai un fenómeno eléctrico que llama mucho la atencion, i son las luces que en las noches mas serenas del verano se observan en la alta cordillera. Este fenómeno, que sin duda tiene tambien lugar en el dia, si bien no es visible por efecto de la luz solar, es solo lo que los meteorolojistas llaman relámpagos de calor (V. la páj. 337), aunque vulgarmente se crée que son luces volcánicas.

12.—La vejetacion está repartida mui desigualmente en nuestro territorio. Pocos paises de las zonas templadas ofrecen en tan pequeño espacio una vejetacion tan variada, i es preciso, ademas, advertir que la mayor parte de esta vejetacion está reconcentrada en las provincias meridionales. «Estamos tan

---

(1) No tenemos noticia de haberse observado en Chile otra trompa que la que causó grandes estragos en la ciudad de Valdivia el 16 de abril de 1881.

acostumbrados, dice el señor Philippi (1), a ver un aumento gradual en la riqueza de la vejetacion, sea por el número de especies, sea por el tamaño i el número de los individuos, aproximándolos del polo al ecuador, que nos asombra a primera vista el hallar las cosas mui distintas en Chile. Nuestra patria nos ofrece en las provincias del norte una vejetacion mui escasa, enteramente desprovista de bosques, i aun la parte mas setentrional que toca al trópico, es un desierto el mas completo, miéntras que la riqueza de la vejetacion aumenta a medida que pasamos al sur, alcanzando, segun toda probabilidad, su máximun entre los grados 39 i 40, donde encontramos las selvas vírjenes, compuestas de árboles jigantescos, entrelazados por una infinidad de enredaderas (voqui, en idioma chileno) i por plantas parásitas (es decir, que nacen i se desarrollan en el tronco de las otras), hasta llegar a ser tan impenetrables como las selvas del Brasil, i esto no solo en ciertos lugares sino en vastas estensiones de terreno.» La vejetacion se continúa hasel cabo de Hornos, pero es ménos abundante que en los alrededores de Valdivia. Advertiremos aquí que, si bien parece que en este último lugar es donde hai un mayor número de plantas, probablemente el mayor número de especies se en cuentra en la rejion comprendida entre los rios Cachapoal i Maule. En jeneral, la vejetacion es abundante i las plantas i árboles mas grande donde mas llueve.

Las selvas de Chile se diferencian mucho de las de la zona templada del hemisferio boreal. Todos los árboles son distintos, si bien los europeos les han dado los mismos nombres por el error de haberlos creido semejantes. Casi todos los árboles indíjenas de Chile conservan sus hojas verdes durante el invierno, miéntras que en el hemisferio norte solo el sombrío pino

(1) La botánica i la zoolojía de Chile han sido prolijamente estudiadas por don Claudio Gay i don Rodulfo A. Philippi. De los trabajos de este sábio naturalista estracto esta reseña de las plantas i de los animales de nuestro país, copiando casi testualmente algunas de sus pájinas.

conserva su verdura. En éste, es frecuente el hallar bosques de plantas sociales, formados casi esclusiva o principalmente de una sola especie de árboles, miéntras que en Chile concurren a formarlo varias especies casi en igual proporcion. A esto hai que agregar el gran número de plántas enredaderas que se crian en los bosques de las provincias del sur, i que recuerdan las selvas tropicales; así como las gramíneas leñosas, conocidas con los nombres de quila i coligüe, que reemplazan en Chile los bambúes de la zona tórrida.

La isla grande de Chiloé i la mayor parte de las que la rodean, se pueden considerar como un solo bosque, interrumpido apénas por uno que otro pequeño lugar desprovisto de árboles. En la provincia de Valdivia ya hai muchas pampas o praderas, pobladas por una vejetacion menor. Parece que la araucanía es la parte mas hermosa de Chile por la distribucion de los campos abiertos i de los bosques que se retiran mas i mas de los llanos, para ocupar las pendientes de los cerros. Los árboles disminuyen en número i lozanía a medida que avanzamos hácia el norte; i los únicos árboles que se crian espontáneamente en la provincia de Atacama son los espinos, los algarrobos, los chañares, los güinganes i los sauces. Numerosas especies de quiscos dan a la vejetacion de esta parte del país un aspecto característico. Debemos advertir ademas que aquí se presentan grandes trechos de terreno enteramente desprovistos de vejetales, i que mas al norte la verdura no se deja ver mas que a orillas de los pequeños riachuelos que se desprenden de la cordillera.

En las provincias centrales, los árboles mas abundantes son el espino, escelente para combustible, i el quillai, cuya corteza es utilizada por la industria en lugar del jabon. Hai ademas, peumos, litres, maitenes, boldos, molles, bellotos: i en los lugares mas húmedos crecen pataguas i canelos; estos últimos no tienen nada de comun con los árboles que producen la canela asiática, i solo son útiles por su madera. Desde el rio Cachapoal para el sur, principian a mostrarse los robles i los cipreses, pe-

ro solo en las faldas de la gran cordillera, i mas al sur aumentan estraordinariamente. El pehuel o piñon, árbol hermoso i de formas singulares, se cria solo en la araucanía, El alerce, tan precioso por su madera, aparece desde Valdivia para el sur, en las dos cordilleras, en la de los Andes i en la de la costa, pero no se halla en la ista de Chiloé. El cipres de Chiloé, que principia a mostrarse desde la costa setentrional de esta isla, se adelanta mucho mas al sur, pues que abunda todavía en las islas Guaitecas. La palmera chilena se cria solo en las provincias centrales, i en la parte vecina a la cadena de la costa. Otra especie de palmera, la chonta, se produce únicamente en la isla de Juan Fernandez. Advertiremos aquí que los montes eran en otro tiempo mucho mas frecuentes i poblados en las provincias del centro i del norte de Chile; i que su destruccion imprudente, efectuada por la mano del hombre, es sin duda la causa de que los rios arrastren ahora un caudal de agua mucho menor en estas rejiones que se hacen cada dia mas secas.

La vejetacion de las altas cordilleras presenta fenómenos análogos a los que se muestran en todas las montañas elevadas. Los valles i las faldas de los cerros ofrecen a la vista campos cultivados i pastos artificiales, sobre todo alfalfales. Mas arriba sigue la rejion de los bosques, que van haciéndose mas i mas espesos así que avanzamos al sur; pero falta entre éstos i las nieves eternas esa faja de hermosas praderas, de densos céspedes esmaltados con mil hermosas flores, que son tan encantadoras en los Alpes de la Suiza. En las provincias del norte i del centro, esta seccion de la montaña es una rejion árida i en cierto modo desierta, que ofrece pocas plantas; en su mayor parte arbustos espinosos i yerbas duras i resinosas que son el alimento predilecto de los guanacos. En las provincias del sur, los árboles mucho mas raquíticos miéntras mayor es la altura del suelo, alcanzan hasta las mismas nieves. Mas al sur todavía, en las tierras magallánicas, las aguas que resultan del derretimiento de las nieves, producen vastas estensiones de turba.

Conviene advertir aquí que todas las plantas de la zona templada boreal que han sido introducidas en Chile, han prosperado admirablemante. Puede, por tanto, decirse que nuestro pais posée casi todas las producciones vejetales de Europa. Ademas, se cultivan en ciertos lugares algunas plantas tropicales, como el Chirimoyo en la Serena, en Quillota i en otros lugares vecinos a la costa, porque la suavidad de la temperatura invernal permite su aclimatacion.

13.—La flora chilena, es decir la vejetacion de este pais, es, como hemos dicho, mui abundante; pero no se puede decir otro tanto de su fauna, esto es de sus animales.

Son mui pocos los mamíferos indíjenas de Chile. En las cordilleras de las provincias del norte i del centro abundan los guanacos, rumiantes de figura esbelta i que se domestican fácilmente. En la de Atacama hai vicuñas, cuya finísima lana es mui estimada. Mas al sur se ve de cuando en cuando el huemul, rumiante mas pequeño que el guanaco, i que ha merecido el honor indebido de que se le coloque en el escudo de armas nacionales, si bien se le ha supuesto una conformacion que no tiene, i que lo asemeja mucho al caballo. En los espesos bosques del sur habita el venado o pudú, la especie mas pequeña del jénero ciervo. Hai numerosos roedores, entre los cuales merecen ser mencionados el coipo, que reemplaza al castor del hemisferio boreal i que se encuentra hasta en las islas de Chonos; la viscacha, abundante en la alta cordillera de las provincias centrales i del norte; la chinchilla, que prefiere la cordillera de la costa, desde la provincia de Aconcagua para el norte. En la parte boreal de Chile hai tambien vampiros, es decir murciélagos grandes que chupan la sangre de los animales, miéntras los murciélagos chicos están esparcidos en casi todo el territorio. Los animales carnívoros son ménos variados todavía. El mas notable es el puma, llamado tambien leon, mas pequeño, ménos esforzado i ménos audaz que el leon de Africa, pero dotado de una grande ajilidad i que hace mucho daño a los ganados: para darle caza basta emplear los perros. Hai dos

clases de zorras, i tres de gatos monteses que no pierden su carácter agresivo i feroz aun despues de pasar mucho tiempo enjaulados. Chile produce tambien una especie de chingue, notable por la belleza de su piel i su ajilidad, pero mas aun por el fétido licor que, para defenderse, arroja de una vejiguita que tiene en su parte posterior. Es singular tambien el quique, carnívoro menor que un gato, llamado huron en las provincias arjentinas, apesar de ser mui diferente del huron de Europa. Hai ademas dos especies de nutrias, el güillin i el gato de mar o chungungo.

Los mamíferos de la zona templada del norte, importados por el hombre, los caballos, los bueyes, las ovejas, las cabras, los corderos, los cerdos, los perros i los gatos, se han propagado considerablemente: los caballos poséen jeneralmente una belleza de formas mui notable i una gran robustez para el trabajo, si bien solo en los últimos años se ha tratado sériamente de formar razas especiales, como se ha hecho en Europa, para cada clase de faenas. En el mar que baña la costa de Chile, abundan los mamíferos: hai varias clases de focas o lobos de mar, todavía mal conocidas, así como diversas especies de delfines o toninas i de ballenas, ménos conocidas aun: entre estas últimas, la mas comun es la ballena antártica o blanca que solo produce aceite.

Las aves son mas variadas, aunque no pueden competir ni por el número de sus especies ni por la hermosura de sus colores con las de los paises tropicales. El cóndor, la mas esforzada, aunque no la mas lijera i arrogante de las aves carnívoras, se halla en abundancia en la alta cordillera, desde el desierto de Atacama hasta Magallanes, i hace mucho daño en el ganado vacuno en la parte poblada de Chile, porque ataca i vence a los terneros. Hai tres o cuatro especies de colibríes o picaflores i tres de papagayos: ámbos jéneros pertenecen por la mayor parte de sus especies a la zona tropical; i aunque las de Chile sean ménos hermosas, no carecen de cierta belleza. Se halla tambien un jénero particular a Chile, el de los *pteroptochus,*

aves mas o ménos del tamaño de un tordo, que tienen la cola levantada casi perpendicularmente sobre el cuerpo, i alas pequeñas, i que, sin poder volar, corren a saltos i se ocultan en las cercas o en zarzales al menor ruido: comprende entre sus especies los turcas, tapaculos, chucaos, etc. La mayor parte de las aves zancudas, dotadas de piernas largas i que viven en las orillas de los lagos o pantanos, son demasiado parecidas a las del hemisferio boreal, i aun muchas son idénticas, como el flamenco, la garza, el gallereta, el pillo, etc. Muchas de las aves acuáticas de Chile se encuentran en la República Arjentina, como los cisnes de cabeza negra, las corobas i los flamencos. Las especies marinas, como las gaviotas i los albatroces, o pájaros carneros, pueblan no solo la costa de Chile sino una gran parte del océano; pero el pájaro-niño es particular a Chile i al Perú.

Las especies de reptiles son mui numerosas en Chile, pero niguna es venenosa o dañina al hombre. Una gran variedad de lagartijas, pintadas muchas de ellas con los colores mas hermosos, abunda en las provincias centrales. En la parte mas lluviosa del pais, no son ménos variados i numerosos los sapos i las ranas. Una de la particularidades de la fauna de Chile es que no se encuentran tortugas de ninguna clase, animales que se hallan en las pampas arjentinas en las mismas latitudes.

El mar que baña las costas de Chile es mui abundante en peces; pero la pesca está mui léjos de tener el desarrollo conveniente. Aun la del cóngrio, que fué mui importante para las provincias del norte, ha disminuido mucho en nuestro tiempo. Los mares de Chile poseen una especie de sardina que podria ser el objeto de un comercio importante. El bacalao de Juan Fernandez es un pez mui diverso del bacalao de Terranova. Los peces de agua dulce son ménos variados i ménos importantes que los que se encuentran en las mismas latitudes del hemisferio boreal. Los mas notables son los pejereyes, que se hallan en casi todos los rios i esteros de nuestro pais.

Los insectos son tambien ménos abundantes i variados no

solo que en la zona tórrida sino que en las rejiones templadas del hemisferio boreal; i sin embargo, se encuentran en nuestro pais numerosas especies algunas mui curiosas e interesantes. Es raro que las langostas no se multipliquen en número suficiente para causar daños notables en la vejetacion de los campos, como sucede en la República Arjentina, en el norte del Africa i en otros paises. El número de las orugas i de otros insectos destructores de los árboles, de los bosques i de las plantas, es mui reducido. Los insectos que de algunos años a esta parte destruyen los manzanos i otros vejetales, han sido introducidos involuntariamente de Europa. En cambio, debemos a la Europa la introduccion del gusano de seda i de la abeja, que prosperan admirablemente en Chile. El naturalista que estudia este pais queda sorprendido del corto número de los insectos fitófagos, es decir, que comen hojas, como los crimelinos i los tentredos.

Sin duda, la Europa tiene mayor abundancia de moluscos, esto es, de jibias, caracoles i conchas; pero Chile posee varias especies que constituyen un alimento delicado, i algunas de ellas ofrecen un número prodijioso de individuos. En cambio los caracoles de tierra, tan abundantes en otros paises, son aquí mui escasos, la babosa, molusco sin concha que hace un gran daño en nuestros jardines, no es orijinaria de Chile; ha venido de Europa por medio de huevecillos ocultos entre las raices de algunas plantas que han sido trasportadas a nuestro pais, i se ha propagado rápidamente.

No entraremos a mencionar otros animales mucho ménos importantes; pero sí advertiremos que el mar que baña nuestras costas contiene un número mui reducido de corales i de zoófitos. Se debe esto a la temperatura del mar, demasiado fria por la accion de la corriente llamada de Humboldt.

14.—El hombre habita el territorio chileno desde una época mui remota. No hai documento ni tradicion que nos enseñe cómo ni cuándo se pobló este pais, de dónde vinieron sus primeros habitantes, o de qué raza antigua formaban parte. E

estudio de la etnografía de Chile no puede, pues, descansar sobre la observacion hecha muchos años atras.

Antes del descubrimiento del nuevo mundo por los europeos, la estremidad meridional del continente estaba poblada por tres razas o ramas distintas. Los pecheros, habitantes de las islas de la Tierra del Fuego i de los islotes vecinos; los puelches, pobladores de la rejion que se estiende al oriente de los Andes desde Magallanes hasta el paralelo 30 de latitud sur, divididos a su vez en muchas tribus, nómades todas ellas (1); i los moluches que habitaban ámbas faldas de la cordillera, i todo el pais que existe al occidente de los Andes hasta el mar, es decir, todo el territorio de Chile. Solo al norte se hallaban las tribus denominadas atacamas o changos, que vivían casi esclusivamente de la pesca, i que parecen formar parte de la raza pobladora de los Andes del Perú.

Debemos, pues, representarnos el territorio chileno poblado hasta mediados del siglo XV de nuestra era por una sola raza, los moluches (que en el idioma del pais quiere decir jente de guerra, de *che*, jente, i *molun*, guerrear), que hablaba una sola lengua, i que vivia en relaciones por el norte con los indios changos, i por el este con los puelches. Aunque entre los individuos de la raza moluche existen algunas diferencias fisionómicas, se puede decir que predomina la estatura regular por el alto, pero jeneralmente gruesa, cabeza grande, poblada de cabellos tupidos, toscos, negros i lácios, cara ancha, color mas o ménos cobrizo, pómulos salientes, nariz corta i chata, boca grande con labios gruesos, ojos oscuros i aún podría decirse pequeños, i barba escasa i rala.

Las diferentes tribus de esta raza tenían diversas denominaciones según el lugar que ocupaban; pero entre ellos se distinguían tres grandes grupos: los picunches (jente del norte, en el idioma nacional) habitaban desde Copiapó hasta el grado 35. Los pehuenches (jente del pehuen, árbol que solo crece en el territorio araucano i que nosotros conocemos con el nombre de piñon), se estendían hasta el grado 40; i los hüilliches (o

jente del sur), eran señores del territorio que se dilata al sur de Valdivia hasta Magallanes. De estas ramas, la mas importante por su número i su vigor era la pehuenche. Los españoles, que tuvieron que sostener con ellos una guerra de siglos, les dieron el nombre de aucas o araucanos. El primero de estos apodos quiere decir rebeldes i bandidos, i sin duda fué aplicado por los indios vecinos, aliados de los conquistadores españoles.

A mediados del siglo XV un poderoso ejército peruano, mandado en persona por uno de los incas o emperadores, invadió el territorio chileno, avanzó hasta las orillas del Maule, i según otros documentos hasta las del Biobio, i lo sometió a la autoridad de los soberanos del Perú. Las tribus moluches, que ocupaban el pais desde el Maule para el norte, aceptaron el benigno gobierno de los incas, pero las tribus del sur lo resistieron. De todos modos, la conquista peruana fué un bien para las tribus sometidas: sus costumbres se suavizaron; i aquéllas conocieron algunas de las comodidades que procura una civilizacion mas adelsntada, i las prácticas agrícolas de un pueblo mas laborioso i previsor. Quizas no seria aventurado el decir que a la conquista de los peruanos se debió que las tribus moluches abandonasen la vida nómade i errante a que hasta el presente están sometidos los puelches del otro lado de las cordilleras i se hicieran agricultores, es decir, que llegaran a ese estado de civilizacion comparativamente mui importante, en que el hombre se siente adherido a la tierra que cultiva con su trabajo, i que le produce el sustento de su familia. No debe creerse, sin embargo, por esto, que la raza indíjena se confundiera con la de los conquistadores del Perú: por el contrario, todo nos hace creer que la raza moluche se conservó sin mezcla.

Solo la conquista española del siglo XVI vino a hacer desaparecer la pureza de la raza indíjena de Chile. Los conquistadores europeos comenzaron por reducirla a la servidumbre; las enfermedades, las epidemias desconocidas, principalmente las viruelas; i los penosos trabajos de las minas i de los lavaderos

de oro, la diezmaron horriblemente. Por otra parte, los pehuenches o araucanos, sosteniendo con una enerjía prodijiosa la independencia de su suelo, obligaron a los invasores a traer refuerzos de soldados. Podo a poco, éstos se mezclaron con la raza indíjena de las provincias sometidas, i a la vuelta de algunas jeneraciones formaban entre ámbos una sola raza. El elemento africano no tuvo en Chile la influencia que ha tenido en otros pueblos de América. Las faenas jeneralmente suaves de nuestra agricultura i la templanza del clima, donde no se conocen los calores horribles de la zona tórrida, hacian innecesaria la cooperacion del negro.

De todas estas circunstancias resultó que la raza primitiva o muluche se conservara en toda su pureza en el territorio pehuenche, que nosotros llamamos araucano. Viven allí encerradas al presente 50,000 personas mas o ménos, en un estado semisalvaje cultivando la tierra i cuidando sus ganados, pero cometiendo cada vez que pueden hacerlo con ventaja, grandes depredaciones en los pueblos fronterizos. El resto de la poblacion, en número de mas de tres millones de habitantes, es formado por los descendientes de los españoles o europeos, pertenecientes, por tanto, a la raza blanca o caucásica; i por la descendencia que ha resultado de la mezcla de los europeos con la raza indíjena, descendencia compuesta de hombres mas o ménos blancos, pero marcados con los caractéres jenerales de la raza caucásica. Puede, pues, decirse que haciendo abstraccion de los araucanos, que viven confinados en una porcion reducida del territorio, i que cada dia se hace mas i mas estrecha, todo Chile es poblado por una sola raza en que predomina el elemento europeo mas o ménos puro, que habla un solo idioma i que tiene creencias, intereses i aspiraciones análogas. Si todo esto es una gran ventaja para la prosperidad de nuestra patria, no lo es ménos el que esta raza sea compuesta de hombres sobrios, fuertes, vigorosos i enérjicos para el trabajo.

15.—La configuracion particular del territorio chileno fué caúsa de que su topografía fuese regularmente conocida por

los primeros hombres civilizados que pisaron su suelo en el sigln XVI. Así, al paso que los conquistadores españoles incurrian en los mas notables errores al describir otros paises americanos, se formaron en poco tiempo una idea bastante aproximada del suelo de Chile. Desde las primeras cartas de relacion del conquistador don Pedro de Valdivia, la configuracion jeneral del pais se halla regularmente comprendida. En los escritos posteriores, esas primeras noticias estan suficientemente ampliadas; i casi puede decirse que no hai un solo cronista de la época colonial que no comience su obra haciendo la descripcion física mas o ménos exacta de nuestro pais.

Sin embargo, estos ensayos no tenian carácter alguno científico. Solo en los primeros años del siglo pasado, los viajeros franceses Frezier i Feuillé, i a mediados del mismo siglo los viajeros españoles don Jorje Juan i don Antonio de Ulloa, dieron noticias mas sólidas de la configuracion del suelo, de su clima i producciones. Por fin, en 1878 uno de los hombres mas distinguidos que haya producido nuestro pais, el abate don Juan Ignacio Molina, publicó en Bolonia i en lengua italiana, una historia natural de Chile, que dado el tiempo en que se escribió i el estado de los conocimientos sobre nuestro suelo i sus productos, puede considerarse como una obra maestra. La obra de Molina fué traducida al español, al ingles, al frances i al aleman, lo que revela su mérito; i ha sido citada con estimacion por algunos de los mas grandes naturalistas del viejo mundo.

Poco mas tarde, las costas de Chile eran visitadas por dos célebres viajeros, el ingles Vancouver i el frances La Perouse, en cuyos escritos consignaron algunas noticias concernientes a su jeografía. Por los mismos años, una comision científica española, mandada por el capitan de navío don Alejandro Malaspina, italiano de nacimiento, levantaba la carta hidrográfica de nuestras costas, i dos de sus oficiales, don Felipe Bausá i don José de Espinosa, ejecutaban una obra análoga en una parte del territorio. Desgraciadamente, se suspendió la publicacion

de sus trabajos, i solo algunos años mas tarde se dieron a luz sus mapas.

Fuera de estos trabajos, i de algunas memorias de cierto mérito, escritas en América i consagradas mas a la jeografía política que a la jeografía física, cuando llegó la época de nuestra independencia, no se tenian noticias mas completas sobre nuestro pais. Chile no habia tenido la fortuna de ser visitado por niguno de esos grandes sabios que, como el baron de Humboldt, dejan marcado su camino por trabajos de la mas alta ciencia sobre la física terrestre i la estadística de los paises que recorren.

Durante la lucha de nuestra independencia, i los primeros años que se siguieron a ella, Chile fué visitado por algunos viajeros, ingleses en su mayor parte, que quisieron darlo a conocer en sus escritos. Los mas notables de ellos son Stevenson, el secretario de lord Cochrane, Mier, Caldecleugh i Haigh. Sus trabajos son simples notas a las cuales faltaba la coordinacion de los materiales, pero los aficionados al estudio de la jeografía pueden hallar allí datos importantes. Debemos tambien recordar aquí el nombre de un médico italiano, Cárlos Bertero, que estudió particularmente la botánica chilena en los años de 1827 a 1830.

Los primeros gobiernos independientes tuvieron un empeño particular por hacer esplorar nuestro suelo i por hacer levantar una buena carta jeográfica de todo el pais. Sus esfuerzos fueron infructuosos porque no hallaron hombres competentes para ejecutar este trabajo. Solo en 1831, pudo el gobierno hallar uno de los hombres que necesitaba. Era este don Claudio Gay (nacido en Dragniñan, en Francia, en 1800, i muerto allí mismo en 1873). Recorrió casi todo el territorio chileno durante doce años, construyó una carta jeográfica de todo él, que sin ser perfecta es bastante buena, coleccionó pacientemente todas las producciones vejetales i animales que pudo precurarse, i volvió a Francia a publicar a espensas del gobierno de Chile, i con la colaboracion de muchos sabios distinguidos, el

resultado de sus trabajos. Este fué el oríjen de la *Historia física i política de Chile,* vasta compilacion de noticias de nuestro pais, en 28 volúmenes, i dos grandes tomos de atlas de jeografía i de historia natural. Esta grande obra es sobre todo notable por sus partes botánica i zoolójica.

En el tiempo en que Gay hacia sus laboriosas esploraciones, otros viajeros mas distinguidos aun que los que hemos mencionado mas arriba, adelantaban con sus trabajos el conocimiento de nuestro suelo. El aleman Poeppig estudiaba particularmente la botánica; el capitan Fitz-Roy levantaba por encargo del gobierno ingles la carta hidrográfica de nuestras costas; uno de sus compañeros, Cárlos Darwin, que ha adquirido mas tarde un gran renombre científico, fijaba con una asombrosa solidez de pensamiento, los principios fundamentales de la jeolojía de Chile. Al lado de ellos, los otros viajeros ocupan un lugar secundario; pero debemos recordar los nombres del almirante Dumont d'Urville, del comandante du Petit-Thouars, del injeniero que lo acompañaba, Tressan, del naturalista Alcides D'Orbigny, del capitan mercante Lafond de Lurcy, todos ellos franceses, i del esplorador norte americano Wilkes. Aunque los escritos de estos últimos no se refieran a Chile, o traten de este pais solo de paso, se hallan en ellos preciosas noticias sobre la hidrografía, la meteorolojía i hasta la historia civil de nuestro pais.

Hemos dicho que la jeolojía chilena fué observada por primera vez bajo un punto de vista verdaderamente científico por el naturalista ingles Darwin. En 1836 llegó a nuestro pais don Ignacio Domeyko, polaco de nacimiento, llamado por el gobierno para confiarle la enseñanza de la mineralojía en la Serena. Su pasion incansable por el progreso de las ciencias, lo llevó a desarrollar aquel ramo de la historia natural. Recorrió la mayor parte del territorio chileno, estudió su mineralojía con un ardor particular, hizo observaciones meteorolójicas, i publicó un considerable número de escritos que revelan un gran saber i que son un ausiliar indispensable para todo el que

quiera conocer la estructura de nuestro suelo i sus condiciones físicas. La jeografía de nuestro pais le debe los mas señalados servicios.

Hácia la misma época, un intelijente esplorador aleman al servicio del gobierno de Chile, don Bernardo Philippi, estudiaba las provincias del sur de Chile con el objeto de fomentar la inmigracion europea en esas rejiones. Ejecutó con este motivo importantes trabajos jeográficos sobre algunos puntos de nuestro territorio; pero su servicio mas importante fué el de haber atraido a este pais a su hermano el doctor don Rodulfo A. Philippi, sabio naturalista que durante treinta años de trabajo, a contar de 1851, ha esplorado gran parte del territorio i ha trabajado sin cesar por dar a conocer la zoolojía, la botánica i la jeolojía de Chile. A él, como al señor Domeyko, debe los mas importantes descubrimientos la jeografia física de nuestro pais, así como el haber propagado por la enseñanza de la juventud el amor a estos estudios.

Casi al lado de ellos es preciso colocar a don Cárlos Moesta, astrónomo aleman, primer director de nuestro observatorio. Se le debe importantes estudios sobre la jeografía matemática i la correccion de las cartas jeográficas, i otros no ménos notables sobre la climatolojía chilena.

Pero el trabajo mas considerable relativo a la jeografía propia de Chile, es la carta topográfica i jeolójica comenzada en 1848 i terminada en 1871 por eldistinguido injeniero i naturalista frances don Amado Pissis, por encargo de nuestro gobierno. Esta carta, resultado de veintidos años de trabajo jeodésico i acompañada de una descripcion física del suelo chileno. quizá mas sumaria de lo que convendría, es una obra que por la abundancia i la seguridad de las noticias, por la fijacion de las alturas i de las condiciones del terreno, por la prolijidad de las medidas i hasta por la vasta escala en que ha sido construida, es un verdadero monumento jeográfico, como poseen pocos paises de la tierra.

Al lado de esta grande obra. i como desarrollo i complemento

de ella, debemos recordar otros trabajos ejecutados de órden del gobierno por tres distintas oficinas. 1.ª La Oficina Hidrográfica, encargada de dirijir i de publicar las esploraciones practicadas por la marina nacional, i a la cual se debe un número mui considerable de memorias i de mapas de un alto valor científico. 2ª. La Oficina Meteorolójica, que desde hace algunos años atras publica ordenamente las observaciones recojidas en diversos puntos del territorio; i 3ª. La Oficina de Estadística, que reune i publica un grande acopio de datos i noticias sobre la jeografia.

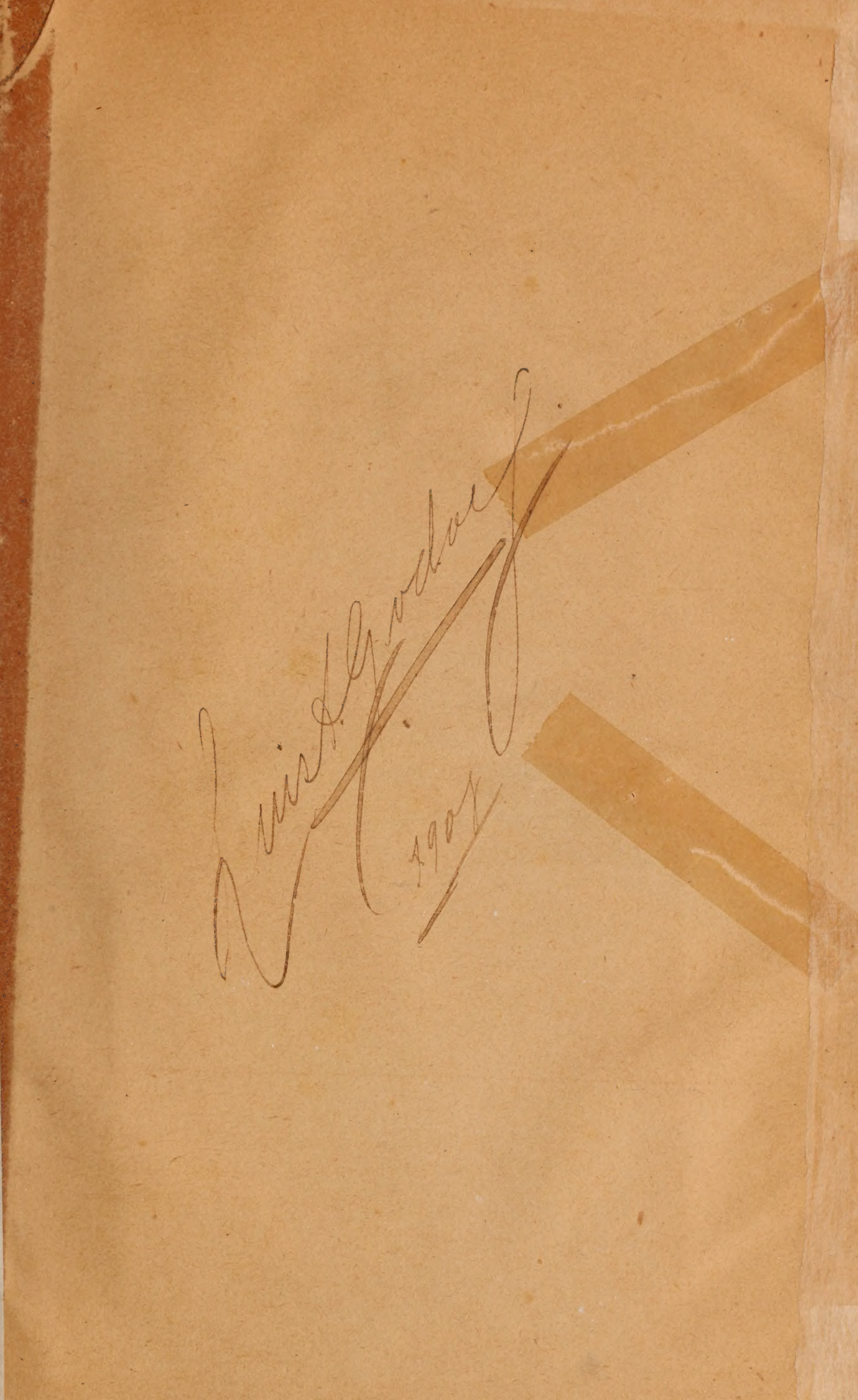
Entre los trabajos parciales merecen igualmente una mencion especial los estudios hechos sobre el territorio magallánico por don Jorjen Schytie, danés de nacimiento al servicio de Chile, i gobernador de aquel territorio, que aquel sabio tan modesto como laborioso estudió con toda prolijidad, i que dió a conocer en una notable memoria.

Todos estos materiales han servido para la preparacion de algunas obras de conjunto que conviene conocer porque han sido escritas con verdadero conocimiento de causa, i porque facilitan sobremanera el estudio de nuestra jeografía. Vamos a citarlas en el órden cronolójico de publicacion. 1°. *Ensayo sobre Chile*, por don Vicente Perez Rosales, publicado en Hamburgo, en lengua francesa, en 1859, i traducido al castellano en Santiago. 2.° *Diccionario Jeográfico de Chile,* publicado en Nueva York, en 1866 por don Francisco Solano Astaburuaga. 3°. *Ensayo sobre la jeografía física i política de Chile*, por don Pedro Lucio Cuadra, 4.° *Jeografía de Chile*, escrita en aleman por el célebre jeógrafo Dr. Wapppaus, i que desgraciadamente aun no ha sido vertida a nuestro idioma.

Esta larga série de trabajos, ademas de los ejecutados para la construccion de los ferrocarriles i caminos carreteros, ha hecho que la jeografía de Chile sea mejor conocida que la de cualquier otro pueblo de la América del Sur. Un célebre jeógrafo frances escribia hace algunos años estas palabras: «Dejan-

do a un lado la rejion oriental de los Estados Unidos i una porcion del Canadá, no hai en el nuevo mundo otro pais que Chile donde las cartas jeográficas sean la obra de una operacion jeodésica completa i que merezcan entera fe.» Este fallo lisonjero no quiere decir que todo esté hecho en materia de jeografía de nuestro pais. Mui léjos de eso: esta ciencia, que no llega nunca a una perfeccion absoluta, ofrece todavia un campo vastísimo a la actividad intecletual de nuestra juventud.

ÍNDICE


Luis A. Godoy
1907

